

Bulletin officiel spécial n°8 du 13 octobre 2011

PROGRAMMES DES CLASSES TERMINALES DES VOIES GÉNÉRALE ET TECHNOLOGIQUE

Sommaire

Enseignement commun d'éducation civique, juridique et sociale des séries générales - classe terminale
arrêté du 22-7-2011 - J.O. du 1-9-2011 (NOR : MENE1120556A)

Enseignement spécifique et de spécialité de mathématiques de la série économique et sociale et enseignement de spécialité de mathématiques de la série littéraire - classe terminale
arrêté du 12-7-2011 - J.O. du 20-9-2011 (NOR : MENE1119420A)

Enseignement spécifique d'histoire-géographie des séries économique et sociale et littéraire - classe terminale
arrêté du 12-7-2011 - J.O. du 20-9-2011 (NOR : MENE1119430A)

Enseignement spécifique de sciences économiques et sociales et enseignements de spécialité économie approfondie et sciences sociales et politiques de la série économique et sociale - classe terminale
arrêté du 12-7-2011 - J.O. du 20-9-2011 (NOR : MENE1119438A)

Enseignement de spécialité de droit et grands enjeux du monde contemporain de la série littéraire - classe terminale
arrêté du 12-7-2011 - J.O. du 20-9-2011 (NOR : MENE1119455A)

Enseignement spécifique de littérature de la série littéraire - classe terminale
arrêté du 12-7-2011 - J.O. du 20-9-2011 (NOR : MENE1119471A)

Enseignement facultatif d'histoire-géographie de la série scientifique - classe terminale
arrêté du 12-7-2011 - J.O. du 20-9-2011 (NOR : MENE1119472A)

Enseignement spécifique et de spécialité de mathématiques de la série scientifique - classe terminale
arrêté du 12-7-2011 - J.O. du 20-9-2011 (NOR : MENE1119473A)

Enseignement spécifique et de spécialité de physique-chimie de la série scientifique - classe terminale
arrêté du 12-7-2011 - J.O. du 20-9-2011 (NOR : MENE1119475A)

Enseignement spécifique et de spécialité des sciences de la vie et de la Terre de la série scientifique - classe terminale

arrêté du 12-7-2011 - J.O. du 20-9-2011 (NOR : MENE1119482A)

Enseignement de spécialité d'informatique et sciences du numérique de la série scientifique - classe terminale

arrêté du 12-7-2011 - J.O. du 20-9-2011 (NOR : MENE1119484A)

Enseignement de mathématiques de la série sciences et technologies de laboratoire, spécialité biotechnologies - classe terminale

arrêté du 2-8-2011 - J.O. du 26-8-2011 (NOR : MENE1121642A)

Enseignement de mathématiques des séries sciences et technologies de l'industrie et du développement durable et sciences et technologies de laboratoire, spécialité sciences physiques et chimiques en laboratoire - classe terminale

arrêté du 2-8-2011 - J.O. du 26-8-2011 (NOR : MENE1121706A)

Enseignement de physique-chimie des séries sciences et technologies de l'industrie et du développement durable et sciences et technologies de laboratoire, spécialité sciences physiques et chimiques en laboratoire - classe terminale

arrêté du 2-8-2011 - J.O. du 26-8-2011 (NOR : MENE1121679A)

Enseignement de chimie, biochimie, sciences du vivant de la série sciences et technologies de laboratoire - classe terminale

arrêté du 2-8-2011 - J.O. du 26-8-2011 (NOR : MENE1121686A)

Enseignement de biotechnologies de la série sciences et technologies de laboratoire - classe terminale

arrêté du 2-8-2011 - J.O. du 26-8-2011 (NOR : MENE1121693A)

Enseignement de physique-chimie de la série sciences et technologies de laboratoire, spécialité biotechnologies - classe terminale

arrêté du 2-8-2011 - J.O. du 26-8-2011 (NOR : MENE1121696A)

Enseignement de sciences physiques et chimiques en laboratoire de la série sciences et technologies de laboratoire - classe terminale

arrêté 2-8-2011 - J.O. du 26-8-2011 (NOR : MENE1121701A)

Enseignement de mathématiques de la série sciences et technologies du design et des arts appliqués - classe terminale

arrêté du 2-8-2011 - J.O. du 26-8-2011 (NOR : MENE1121669A)

Enseignement commun d'éducation civique, juridique et sociale des séries générales - classe terminale

NOR : MENE1120556A

arrêté du 22-7-2011 - J.O. du 1-9-2011

MEN - DGESCO A3-1

Vu code de l'éducation ; arrêté du 27-1-2010 modifié ; avis du CSE du 7-7-2011

Article 1 - Le programme de l'enseignement commun d'éducation civique, juridique et sociale en classe terminale des séries générales est fixé conformément à l'annexe du présent arrêté.

Article 2 - Les dispositions du présent arrêté entrent en application à la rentrée de l'année scolaire 2012-2013.

Article 3 - L'arrêté du 20 juillet 2001 fixant le programme de l'enseignement d'éducation civique, juridique et sociale en classe terminale des séries économique et sociale, littéraire, scientifique est abrogé à la rentrée de l'année scolaire 2012-2013.

Article 4 - Le directeur général de l'enseignement scolaire est chargé de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait le 22 juillet 2011

Pour le ministre de l'éducation nationale, de la jeunesse et de la vie associative
et par délégation,

Le directeur général de l'enseignement scolaire,
Jean-Michel Blanquer

Annexe

Programme de l'enseignement commun d'ECJS Classe terminale des séries générales

Questions de société

Conformément aux principes généraux de l'enseignement de l'éducation civique, juridique et sociale publiés avec le programme de la classe de seconde, le programme de la classe terminale a pour objet de confronter les élèves à quelques grandes questions de société. Il permet d'apporter une compréhension du rôle de l'action politique, des institutions et des mouvements sociaux et culturels, du droit et de la justice dans les débats de société. Ce programme mobilise à la fois les notions d'éducation civique acquises au collège, les savoirs enseignés dans différentes disciplines et les acquis de l'éducation civique, juridique et sociale des classes de seconde et de première. Les thèmes abordés, les progrès des bio-technologies et l'action qu'elles permettent sur l'homme lui-même, le pluralisme des croyances et des cultures dans une république laïque, la place de l'argent dans la vie sociale, la diversité des manifestations de la violence, permettent de mesurer les tensions entre, d'une part, les conceptions ou les intérêts particuliers et, d'autre part, la définition de l'intérêt général. Ce sont des questions qui surgissent, de manière récurrente, au cœur du débat démocratique. Elles engagent la responsabilité des citoyens qui sont amenés à s'informer des grands enjeux du débat politique, économique et social, à participer parfois à des délibérations

collectives, à formuler souvent des choix ou à les sanctionner.

Le programme propose quatre thèmes. Deux au moins doivent être abordés dans le cours de l'année avec l'horaire imparti à l'éducation civique, juridique et sociale. Une évaluation de cet enseignement doit être envisagée en s'appuyant sur les productions et les prestations des élèves sous leurs différentes formes (constitution de dossiers, interventions dans des débats, contributions écrites, etc.).

Ces thèmes, qui ont une forte résonance dans l'actualité, se prêtent particulièrement à l'organisation de débats argumentés. Les règles de cet exercice doivent être respectées pour l'intérêt même des élèves. La préparation demande le recours à des sources documentaires variées (politiques, historiques, juridiques, sociologiques, philosophiques) empruntées à des supports et des canaux d'information diversifiés (ouvrages de référence, presse, cédéroms et DVD, sites internet, etc.). Ceux-ci seront indiqués par le professeur qui exploitera au mieux les ressources du CDI.

L'organisation du travail préparatoire au débat peut mobiliser des techniques diverses selon le sujet abordé : dossiers de presse, recherche documentaire, exposés préparatoires. Il s'agit de former l'esprit critique des élèves et de les conduire à élaborer des argumentaires construits et pertinents favorisant la confrontation de points de vue initialement singuliers. Enfin, tout débat argumenté doit donner lieu à une réflexion rétrospective en classe. Il appartient au professeur et à ses élèves, à l'issue de chacun d'eux ou bien à la suite d'une synthèse plus ou moins étendue de quelques-uns d'entre eux, de mener une analyse critique des discussions et de souligner les enjeux citoyens qu'elles ont recouverts.

Thème 1 : La bioéthique

Objectifs

Quelles sont les règles qui peuvent ou qui doivent régir la vie humaine en tant qu'elle est, précisément, la vie ? Car la vie humaine ne se laisse pas réduire au fil naturel des choses. Nous naissons, nous vivons, nous mourons enracinés dans un univers social dont les usages, les lois ou les idéaux traversent de part en part l'existence que nous menons. Sur ce sujet, les réflexions ayant vu le jour dans le cours des années soixante se sont cristallisées autour de la notion complexe de « bioéthique ». Celle-ci renvoie évidemment à une *éthique*, dont on considère généralement qu'elle concerne les principes premiers de l'action ; à une *morale*, dont on juge qu'elle se rapporte aux mœurs ; à la *loi*, dont on admet qu'elle doit ordonner les interactions humaines au plan privé comme public ; à la *coutume* ou à l'*usage* enfin, dont on estime qu'ils se substituent parfois utilement aux silences de la loi.

La complexité de la notion de « bioéthique », et par conséquent du *problème* qu'elle recouvre, tient donc à deux choses : d'une part, au fait qu'elle a trait à la vie dans ce qu'elle a d'infini, à savoir sa dignité, son inappropriabilité et son irremplaçabilité et, d'autre part, au fait qu'elle englobe des modes de régulation multiples et parfois mal ajustés les uns aux autres. Travailler sur le thème de la « bioéthique », c'est ainsi, principalement, tenter de démêler l'écheveau des principes normatifs auxquels s'adosse l'action effective et souvent efficace des hommes sur d'autres hommes et même sur la vie en général (question de la responsabilité humaine à l'égard de la vie et des êtres vivants, de leur conservation ou de leur transformation).

Mise en œuvre

Ce thème peut donner lieu à des travaux et des débats variés, à différents niveaux, pour expliciter les différentes dimensions de la question.

Les suggestions qui suivent figurent à titre d'exemple au choix des professeurs.

Le début de vie

Le don de la vie peut désormais être pris dans un essaim de déterminations éthiques, religieuses, sociales et technologiques. Le désir de donner la vie est parfois exprimé par des personnes qui ne sont pas en mesure d'avoir des enfants. Jusqu'où est-il permis de manipuler le corps pour lui faire donner la vie ?

Patients, médecins, institutions de soins

Vivre, c'est avoir le souci de sa santé, et parfois affronter la maladie et la douleur. Le plus souvent anodine, cette

expérience peut atteindre un degré extrême de rigueur. Or la maladie n'est pas un simple phénomène organique et objectivable : c'est une expérience *humaine* qui témoigne de la rencontre d'un patient avec non seulement *un* médecin, mais des équipes soignantes et une institution. Quelles sont les règles de leur dialogue ? Il y a ce qu'exigent les règlements administratifs, ce que demandent les lois, mais aussi ce que veut une société qui se donne ou ne se donne pas les moyens de prodiguer des soins à ses membres. L'exercice des responsabilités individuelles et collectives en matière de santé prend ainsi toute sa dimension éthique.

La fin de vie

Comme la maladie, la mort a généralement lieu au cœur d'un lourd dispositif technique et institutionnel. Parfois, elle appelle des décisions : traitements létaux de la douleur ou arrêt des soins. Parfois, ouvrant la possibilité d'une transplantation d'organe, elle offre un espoir à un patient en attente de greffe. Mais comment déterminer la fin ultime d'une vie ? Quels principes pour régir le don d'organe ? Comment, même, susciter un tel don ?

Thème 2 : Pluralisme des croyances et des cultures dans une république laïque

Objectifs

Les sociétés démocratiques sont des sociétés d'échanges et d'ouverture qui revendiquent leur diversité ; elles réunissent des populations dont les origines historiques, les convictions religieuses, les situations sociales sont différentes. La citoyenneté, par principe, assure dans l'unité de la République l'égalité de dignité de chacun et le respect de ses croyances et opinions.

Les principes qui régissent notre république laïque ont été fixés par la loi du 9 décembre 1905 concernant la séparation des Églises et de l'État : neutralité religieuse de l'État, liberté de conscience, libre exercice des cultes et de leur célébration en réunion publique dans des lieux appartenant ou mis à disposition des associations culturelles, sous réserve de ne pas troubler l'ordre public.

Les débats sur l'acceptation de la diversité dans l'espace public, sur les réponses à apporter aux revendications d'expression identitaire et culturelle mettent en jeu la liberté de chacun d'une part et le respect du cadre collectif de la République d'autre part. Ces débats s'inscrivent dans un contexte de transformation du lien historique entre citoyenneté et nation, lui-même lié aux effets de la mondialisation qui favorise la diffusion de nouvelles références culturelles dans les sociétés.

Mise en œuvre

Ce thème peut donner lieu à des travaux et des débats variés. Les suggestions qui suivent figurent à titre d'exemple ; elles ne sont pas exclusives d'autres entrées.

Histoire et actualité de la laïcité

La laïcité est la condition juridique de la liberté de conscience et d'opinion qui en fait un concept fondateur de la République française. Elle résulte d'une histoire politique dont la spécificité sera d'autant mieux perçue qu'elle sera mise en perspective dans le contexte général des démocraties. Des exemples de questions récemment posées à l'école, sur les relations entre domaines public et privé, sur la neutralité des enseignants et des programmes, sur les obligations des élèves et des familles, conduisent à réfléchir sur les rapports actuels entre laïcité, société et République.

Dérives sectaires et intégrismes

Les dérives sectaires peuvent être appréhendées comme étant le fait de groupes utilisant des masques philosophiques, religieux ou thérapeutiques pour dissimuler des objectifs de pouvoir, d'emprise et d'exploitation des adeptes. Comme les intégrismes, elles conduisent à l'intolérance et à l'isolement.

Une fois évalués la réalité et l'impact de ces phénomènes dans la société française contemporaine, on étudie les mécanismes et les discours qu'ils mettent en œuvre. En quoi sont-ils susceptibles de menacer les libertés démocratiques ? Quels sont les moyens pour la République de les contenir et de s'en protéger ?

Culture commune et diversités culturelles

La conciliation de la liberté culturelle de chacun et des exigences de la vie collective est une question qui se pose

fréquemment. L'exercice de la citoyenneté suppose une culture commune. L'exemple de langue peut être étudié. Les États-nations, depuis la fin du XVIII^{ème} siècle, bataillent pour réaliser une unité linguistique sur leurs territoires. Aujourd'hui, dans un monde où l'équilibre linguistique s'est profondément transformé, où se sont imposées une petite douzaine de langues et où s'est affirmée l'hégémonie de l'anglais, la question de l'attachement aux langues minoritaires et régionales peut se poser autrement. Les liens entre la langue et l'économie, entre les langues et la démocratie doivent être pris en compte. L'étude des politiques actuelles de la langue en France, replacée dans une perspective historique, permet de mener une réflexion sur l'unité et la diversité des cultures.

Thème 3 : Argent et société

Objectifs

L'argent est un « fait social total », c'est-à-dire un phénomène omniprésent dans la vie économique et sociale, aux significations les plus diverses, puisqu'il désigne aussi bien le capital, le patrimoine, le salaire, l'épargne ou le crédit. Si l'argent est souvent présenté comme un instrument neutre dans la théorie économique, on ne peut pourtant pas l'envisager exclusivement à partir de ses fins utilitaires, qui sont de faciliter les échanges et de servir d'instrument de mesure et de réserve des valeurs. L'argent, en d'autres termes, n'échappe pas à la réflexion *éthique*.

Les rôles de l'argent dans la société sont multiples. Ils tiennent aussi bien aux conditions de son acquisition qu'à celles de son usage. En ce qui concerne l'acquisition, on distingue la rémunération du travail, la constitution et l'accroissement du capital productif ou encore les revenus de la propriété (loyers, revenus des valeurs mobilières). Pour ce qui est de l'usage, il y a lieu de considérer l'argent comme moyen de se procurer des biens et services, l'argent qui sert à afficher son rang social (consommation ostentatoire) ou encore l'argent que l'on thésaurise sous les formes les plus variées.

L'argent peut aussi être vu comme étant constitutif du lien social. Il exprime la confiance ou la défiance dans la communauté sociale et politique. Le rapport entre l'argent et la qualité des relations humaines est avéré : l'argent facilite les échanges, « adoucit les mœurs » (Montesquieu) et constitue un instrument de liberté. Cependant, il développe aussi les égoïsmes, suscite des phénomènes d'aliénation et nourrit des formes de violence réelle et symbolique.

Enfin, dans le registre du pouvoir, l'argent a été au fondement de l'émergence des États modernes : sans signe monétaire, il n'y a ni administration centrale, ni relations humaines gérées selon un droit codifié par des règles impersonnelles. En même temps, l'argent est également un outil permettant la puissance et la domination.

Mise en œuvre

Sur le thème « argent et société », la réflexion peut être fondée sur les exemples suivants, parmi d'autres.

Argent et « moralisation financière »

Les crises du capitalisme financier alimentent de manière récurrente les débats de société. Ces crises sont en grande partie dues au fait que l'activité financière s'est peu à peu déplacée vers des activités de plus en plus rémunératrices, mais risquées, et d'une utilité sociale qui est discutée. Quels sont aujourd'hui les termes du débat sur la régulation de l'économie financière ?

Argent et modes de vie

La valorisation de l'argent, comme fin en soi, imprègne désormais de plus en plus les rapports sociaux. Certains comportements montrent que la monnaie devient parfois une valeur absolue et interrogent non seulement notre « rapport à l'argent » mais, plus profondément, nos choix de société. Plusieurs débats peuvent être menés pour approfondir les usages sociaux de l'argent, sur la nature de la société de consommation, sur les problèmes de l'endettement ou sur les grands écarts de rémunération.

Argent et engagement social

Dans une société de marché, la monnaie est parfois « demandée pour elle-même » et sa transformation de moyen en fin peut menacer sa fonction authentique qui est de favoriser les échanges. De nombreuses initiatives existent à travers le monde pour promouvoir un usage de la monnaie fondé sur l'engagement social. On pourra comparer

l'exemple des microcrédits avec celui des systèmes d'échanges locaux (SEL) ou celui des « banques de temps ». On pourra également s'intéresser à l'exemple des activités philanthropiques.

Thème 4 : Violence et société

Objectifs

La violence définit toute atteinte par la force ou par tout autre moyen à l'intégrité physique ou morale d'une personne ou d'un groupe. Elle est en tant que telle un fait ordinaire des sociétés humaines. L'effort des civilisations a été et demeure d'en limiter l'extension et de la contrôler par des procédures de prévention et de règlement des conflits. C'est une fonction essentielle du droit et de la justice en raison de quoi Max Weber a pu suggérer que l'État « revendique avec succès, pour son propre compte, *le monopole de la violence physique légitime* ».

Dans notre société, sous des formes très diverses, la violence est à la fois banalisée - sa représentation est omniprésente dans les médias - et insupportable. Le répertoire en est effectivement très vaste et concerne, par exemple, autant l'espace public (la rue) que la sphère privée (la famille). L'idée de violence mêle des phénomènes de nature différente qui doivent être distingués. Certaines atteintes sont de nature physique (coups et blessures), d'autres peuvent être symboliques (insultes, discriminations, humiliations).

Or les débats sur la violence et ses manifestations sont fréquents dans la vie politique et sociale. Ils animent également de nombreuses recherches en sciences humaines et sociales, témoignant par là du fait qu'ils permettent de comprendre l'état d'une société à un moment historique donné. C'est pourquoi il importe d'apprendre à faire la part, dans la réalité et l'appréhension de ce phénomène, des responsabilités individuelles et des responsabilités collectives.

Mise en œuvre

Ce thème peut donner lieu à des travaux et des débats variés, à différents niveaux, pour expliciter les différentes dimensions de la question. Les suggestions qui suivent figurent à titre d'exemple au choix des professeurs.

La violence et le sport

Plusieurs formes de violence sont ici à l'œuvre. Les sports de combat (boxe, karaté, judo) et les sports collectifs (football, rugby, etc.) institutionnalisent et réglementent la compétition. Dans les stades, des groupes de supporters peuvent passer de l'agressivité à l'agression vis-à-vis d'autres groupes. La violence peut s'exercer également dans le monde même du sport et sur ses protagonistes, avec notamment le phénomène du dopage. Une réflexion sur les pratiques sportives permet en somme de comprendre les rapports que le sport entretient avec notre société.

La violence et la jeunesse

Les phénomènes d'incivilité et de délinquance concentrent souvent l'attention sur les comportements violents de jeunes adolescents. Cela amène à oublier que les jeunes sont souvent les premières victimes des violences, notamment par des formes diverses de racket qui touchent le milieu scolaire. La manière dont les jeunes sont exposés à la violence aujourd'hui dans notre société doit s'éclairer par une mise en perspective historique du rôle que pouvait jouer la violence comme rite de passage dans les sociétés traditionnelles. Elle doit surtout permettre un débat sur le rôle respectif des déterminants sociaux et culturels, des institutions, des familles et des individus.

La violence et le travail

Le travail demeure le fondement de la vie et donc de la réalité sociale. Il contribue à définir l'identité individuelle et participe à l'estime de soi. Il donne également un revenu et des droits et organise enfin une grande part de l'existence individuelle et collective. C'est précisément dans la mesure où le travail se présente comme une activité humaine essentielle que l'expérience du chômage peut être vécue comme une forme de violence sociale. De même, la prise en compte des risques psycho-sociaux (RPS) au travail (stress, harcèlement, etc.) peut apparaître comme le signe de l'importance croissante accordée à l'organisation du travail et aux relations interindividuelles qui le traversent.

Enseignement spécifique et de spécialité de mathématiques de la série économique et sociale et enseignement de spécialité de mathématiques de la série littéraire - classe terminale

NOR : MENE1119420A

arrêté du 12-7-2011 - J.O. du 20-9-2011

MEN - DGESCO A3-1

Vu code de l'éducation ; arrêté du 27-1-2010 modifié ; avis du CSE du 9-6-2011

Article 1 - Le programme de l'enseignement spécifique et de spécialité de mathématiques en classe terminale de la série économique et sociale et de l'enseignement de spécialité de mathématiques en classe terminale de la série littéraire est fixé conformément à l'annexe du présent arrêté.

Article 2 - Les dispositions du présent arrêté entrent en application à la rentrée de l'année scolaire 2012-2013.

Article 3 - L'arrêté du 20 juillet 2001 fixant le programme de l'enseignement des mathématiques en classe terminale de la série économique et sociale et l'arrêté du 25 juillet 2005 fixant le programme de l'enseignement de spécialité de mathématiques en classe terminale de la série littéraire sont abrogés à compter de la rentrée de l'année scolaire 2012-2013.

Article 4 - Le directeur général de l'enseignement scolaire est chargé de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait le 12 juillet 2011

Pour le ministre de l'éducation nationale, de la jeunesse et de la vie associative
et par délégation,
Le directeur général de l'enseignement scolaire,
Jean-Michel Blanquer

Annexe

 Programme

Annexe**Programme de l'enseignement spécifique et de spécialité de mathématiques de la série économique et sociale et de l'enseignement de spécialité de mathématiques de la série littéraire**

L'enseignement des mathématiques au collège et au lycée a pour but de donner à chaque élève la culture mathématique indispensable pour sa vie de citoyen et les bases nécessaires à son projet de poursuite d'études. Le cycle terminal des séries ES et L permet l'acquisition d'un bagage mathématique qui favorise une adaptation aux différents cursus accessibles aux élèves, en développant leur sens critique vis-à-vis des informations chiffrées et, plus largement, en les formant à la pratique d'une démarche scientifique. L'apprentissage des mathématiques cultive des compétences qui facilitent une formation tout au long de la vie et aident à mieux appréhender une société en évolution. Au-delà du cadre scolaire, il s'inscrit dans une perspective de formation de l'individu.

Objectif général

Outre l'apport de nouvelles connaissances, le programme vise le développement des compétences suivantes :

- mettre en œuvre une recherche de façon autonome ;
- mener des raisonnements ;
- avoir une attitude critique vis-à-vis des résultats obtenus ;
- communiquer à l'écrit et à l'oral.

Raisonnement et langage mathématiques

Comme en classe de seconde, les capacités d'argumentation et de logique font partie intégrante des exigences du cycle terminal.

Les concepts et méthodes relevant de la logique mathématique ne font pas l'objet de cours spécifiques mais prennent naturellement leur place dans tous les champs du programme.

De même, le vocabulaire et les notations mathématiques ne sont pas fixés d'emblée, mais sont introduits au cours du traitement d'une question en fonction de leur utilité.

Il convient de prévoir des temps de synthèse, l'objectif étant d'atteindre une bonne maîtrise en fin de cycle terminal.

Utilisation d'outils logiciels

L'utilisation de logiciels, d'outils de visualisation et de simulation, de calcul (formel ou scientifique) et de programmation change profondément la nature de l'enseignement en favorisant une démarche d'investigation.

En particulier lors de la résolution de problèmes, l'utilisation de logiciels de calcul formel limite le temps consacré à des calculs très techniques afin de se concentrer sur la mise en place de raisonnements.

L'utilisation de ces outils intervient selon trois modalités :

- par le professeur, en classe, avec un dispositif de visualisation collective ;
- par les élèves, sous forme de travaux pratiques de mathématiques ;
- dans le cadre du travail personnel des élèves hors de la classe.

Diversité de l'activité de l'élève

Les activités proposées en classe et hors du temps scolaire prennent appui sur la résolution de problèmes essentiellement en lien avec d'autres disciplines. Elles enrichissent la culture scientifique dans différents domaines : historique, économique, artistique, etc. De nature diverse, elles doivent entraîner les élèves à :

- chercher, expérimenter, modéliser, en particulier à l'aide d'outils logiciels ;
- choisir et appliquer des techniques de calcul ;
- mettre en œuvre des algorithmes ;
- raisonner, démontrer, trouver des résultats partiels et les mettre en perspective ;
- expliquer oralement une démarche, communiquer un résultat par oral ou par écrit.

Des éléments d'épistémologie et d'histoire des mathématiques s'insèrent naturellement dans la mise en œuvre du programme. Connaître le nom de quelques mathématiciens célèbres, la période à laquelle ils ont vécu et leur

contribution fait partie intégrante du bagage culturel de tout élève ayant une formation scientifique. La présentation de textes historiques aide à comprendre la genèse et l'évolution de certains concepts.

Fréquents, de longueur raisonnable et de nature variée, les travaux hors du temps scolaire contribuent à la formation des élèves et sont essentiels à leur progression. Ils sont conçus de façon à prendre en compte la diversité et l'hétérogénéité de leurs aptitudes.

Les modes d'évaluation prennent également des formes variées, en phase avec les objectifs poursuivis. En particulier, l'aptitude à mobiliser l'outil informatique dans le cadre de la résolution de problèmes est à évaluer.

Organisation du programme

Le programme fixe les objectifs à atteindre en termes de capacités. Il est conçu pour favoriser une acquisition progressive des notions et leur pérennisation. Son plan n'indique pas la progression à suivre.

A titre indicatif, on pourrait consacrer environ deux tiers du temps à l'analyse et le reste aux probabilités et à la statistique.

Les capacités attendues indiquent un niveau minimal de maîtrise des contenus en fin de cycle terminal. La formation ne s'y limite pas.

Les capacités attendues dans le domaine de l'algorithmique d'une part et du raisonnement d'autre part sont rappelées en fin de programme. Elles doivent être exercées à l'intérieur de chaque champ du programme. Les exigences doivent être modestes et conformes à l'esprit des filières concernées.

1. Analyse

Un des objectifs de ce programme, comme en classe de première, est de doter les élèves d'outils mathématiques permettant de traiter des problèmes relevant de la modélisation de phénomènes continus ou discrets.

On poursuit l'étude des suites géométriques pour lesquelles on aborde la notion de limite, ce qui peut conduire à différents types de questionnement, notamment philosophique ou économique.

On consolide l'ensemble des fonctions mobilisables, enrichi des fonctions exponentielles et de la fonction logarithme népérien. Les fonctions exponentielles sont l'occasion d'évoquer le passage d'une situation discrète à une situation continue.

La notion de convexité est introduite et étudiée essentiellement dans un cadre graphique. Elle est largement utilisée en économie, en particulier pour des problèmes de coût ou de rendement croissant et décroissant.

Enfin, s'ajoute le nouveau concept d'intégration qui, bien que modestement abordé et développé, demeure un concept fondamental de l'analyse.

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|---|---|---|
| <p>Suites</p> <p>Suites géométriques.</p> <p>Limite de la suite (q^n), q étant un nombre réel strictement positif.</p> <p>Suites arithmético-géométriques.</p> | <ul style="list-style-type: none"> Reconnaître et exploiter une suite géométrique dans une situation donnée. Connaître la formule donnant $1 + q + \dots + q^n$ avec $q \neq 1$. Déterminer la limite d'une suite géométrique de raison strictement positive. Étant donné une suite (q^n) avec $0 < q < 1$, mettre en œuvre un algorithme permettant de déterminer un seuil à partir duquel q^n est inférieur à un réel a positif donné. Traduire une situation donnée à l'aide d'une suite arithmético-géométrique. | <p>Le tableur, les logiciels de géométrie dynamique et de calcul sont des outils adaptés à l'étude des suites, en particulier pour une approche expérimentale de la notion de limite.</p> <p>On détermine, sans soulever de difficulté, la limite de la somme $1 + q + \dots + q^n$ quand $0 < q < 1$.</p> <p>Le comportement lorsque n tend vers $+\infty$ de la somme des n premiers termes de certaines suites géométriques fournit un exemple de suite croissante n'ayant pas pour limite $+\infty$.</p> <p>On évoque les aspects historiques et philosophiques de cette question en présentant quelques paradoxes classiques.</p> <p>Toute indication doit être donnée dans l'étude des suites arithmético-géométriques.</p> |
| <p>Notion de continuité sur un intervalle</p> | <ul style="list-style-type: none"> Exploiter le tableau de variation pour déterminer : <ul style="list-style-type: none"> le nombre de solutions d'une équation du type $f(x) = k$; le signe d'une fonction. | <p>On se limite à une approche intuitive et on admet que les fonctions usuelles sont continues par intervalle.</p> <p>La propriété des valeurs intermédiaires est présentée graphiquement ; on convient que les flèches obliques d'un tableau de variation traduisent la continuité et la stricte monotonie de la fonction sur l'intervalle considéré.</p> <p>On admet qu'une fonction dérivable sur un intervalle est continue sur cet intervalle.</p> |

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|--|---|---|
| <p>Fonctions exponentielles</p> <p>Fonction $x \mapsto q^x$ avec $q > 0$.</p> <p>Relation fonctionnelle.</p> <p>Fonction exponentielle $x \mapsto e^x$.</p> <p>Dérivée de $x \mapsto e^{u(x)}$ où u est une fonction dérivable.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Connaître l'allure de la représentation graphique de la fonction $x \mapsto q^x$ selon les valeurs de q. • Connaître la dérivée, les variations et la représentation graphique de la fonction exponentielle. • Utiliser la relation fonctionnelle pour transformer une écriture. • Calculer la dérivée d'une fonction de la forme $x \mapsto e^{u(x)}$. | <p>Ces fonctions sont présentées comme un prolongement continu des suites géométriques.</p> <p>On admet que ces fonctions sont dérivables sur \mathbf{R} et transforment les sommes en produits.</p> <p>On fait observer à l'aide d'un logiciel qu'entre toutes les fonctions exponentielles, une seule semble avoir 1 pour nombre dérivé en 0.</p> <p>L'existence et l'unicité de cette fonction sont admises.</p> <p>Le nombre e est l'image de 1 par cette fonction.</p> <p>On étudie des exemples de fonctions de la forme $x \mapsto e^{u(x)}$ notamment avec $u(x) = -kx$ ou $u(x) = -kx^2$ ($k > 0$), qui sont utilisés dans des domaines variés.</p> <p>La notion générale de composée est hors programme.</p> |
| <p>Fonction logarithme népérien</p> <p>Relation fonctionnelle.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Connaître la dérivée, les variations et la représentation graphique de la fonction logarithme népérien. • Utiliser la relation fonctionnelle pour transformer une écriture. • Résoudre une équation de la forme $x^n = k$ sur $]0; +\infty[$ avec $k \in]0; +\infty[$ et $n \in \mathbf{N}$. | <p>Pour tout réel $x > 0$, le réel $\ln x$ est l'unique solution de l'équation $e^y = x$, d'inconnue y.</p> <p>On définit ainsi la fonction logarithme népérien.</p> |
| <p>Convexité</p> <p>Fonction convexe, fonction concave sur un intervalle.</p> <p>Convexité et sens de variation de la dérivée.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Reconnaître graphiquement des fonctions convexes, concaves. • Utiliser le lien entre convexité et sens de variation de la dérivée. | <p>Une fonction dérivable sur un intervalle I est dite convexe sur cet intervalle si sa courbe représentative est entièrement située au-dessus de chacune de ses tangentes.</p> <p>On met en évidence ces notions sur les fonctions de référence : $x \mapsto x^2$, $x \mapsto \sqrt{x}$, $x \mapsto e^x$, $x \mapsto \ln x$.</p> <p>Le lien entre convexité et sens de variation de la dérivée est conjecturé puis admis.</p> <p>On peut utiliser le signe de la dérivée seconde.</p> |

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|--|--|---|
| <p>Point d'inflexion.</p> <p>Positions relatives des courbes représentatives des fonctions $x \mapsto e^x$, $x \mapsto \ln x$ et $x \mapsto x$.</p> | <ul style="list-style-type: none"> Reconnaître graphiquement un point d'inflexion. | <p>Un point d'inflexion est un point où la représentation graphique traverse sa tangente.</p> <p>On met en évidence cette notion sur la fonction $x \mapsto x^3$.</p> |
| <p>Intégration</p> <p>Définition de l'intégrale d'une fonction continue et positive sur $[a, b]$ comme aire sous la courbe.</p> <p>Notation $\int_a^b f(x)dx$.</p> <p>Théorème : si f est continue et positive sur $[a, b]$, la fonction F définie sur $[a, b]$ par $F(x) = \int_a^x f(t)dt$ est dérivable sur $[a, b]$ et a pour dérivée f.</p> | | <p>On s'appuie sur la notion intuitive d'aire rencontrée au collège et sur les propriétés d'additivité et d'invariance par translation et symétrie.</p> |
| <p>Primitive d'une fonction continue sur un intervalle.</p> <p>Théorème : toute fonction continue sur un intervalle admet des primitives.</p> <p>Intégrale d'une fonction de signe quelconque.</p> <p>Linéarité, positivité, relation de Chasles.</p> <p>Valeur moyenne d'une fonction continue sur un intervalle.</p> | <ul style="list-style-type: none"> Déterminer des primitives des fonctions usuelles par lecture inverse du tableau des dérivées. Connaître et utiliser une primitive de $x \mapsto u'(x)e^{u(x)}$. Calculer une intégrale. Calculer l'aire du domaine délimité par les courbes représentatives de deux fonctions positives. | <p>Une primitive F de la fonction continue et positive f étant connue, on a :</p> $\int_a^b f(x)dx = F(b) - F(a).$ <p>On fait prendre conscience aux élèves que certaines fonctions comme $x \mapsto e^{-x^2}$ n'ont pas de primitive « explicite ».</p> <p>La formule $\int_a^b f(x)dx = F(b) - F(a)$, est étendue aux fonctions continues de signe quelconque.</p> <p>Les notions d'aire et de moyenne sont illustrées par des exemples issus des sciences économiques.</p> |

2. Probabilités et statistique

On approfondit le travail en probabilités et statistique mené les années précédentes.

Afin de traiter les champs de problèmes associés aux données continues, on introduit les lois de probabilité à densité. La loi normale permet d'initier les élèves à la statistique inférentielle par la détermination d'un intervalle de confiance pour une proportion à un niveau de confiance de 95 %.

Cette partie se prête particulièrement à l'étude de problèmes issus d'autres disciplines, notamment des sciences économiques et sociales.

Le recours aux représentations graphiques et aux simulations est indispensable.

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|---|--|--|
| <p>Conditionnement</p> <p>Conditionnement par un événement de probabilité non nulle. Notation $P_A(B)$.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Construire un arbre pondéré en lien avec une situation donnée. • Exploiter la lecture d'un arbre pondéré pour déterminer des probabilités. • Calculer la probabilité d'un événement connaissant ses probabilités conditionnelles relatives à une partition de l'univers. | <p>On représente une situation à l'aide d'un arbre pondéré ou d'un tableau. On énonce et on justifie les règles de construction et d'utilisation des arbres pondérés.</p> <p>Un arbre pondéré correctement construit constitue une preuve.</p> <p>Le vocabulaire lié à la formule des probabilités totales n'est pas attendu du programme, mais la mise en œuvre de cette formule doit être maîtrisée.</p> <p>Cette partie du programme se prête particulièrement à l'étude de situations concrètes.</p> |
| <p>Notion de loi à densité à partir d'exemples</p> <p>Loi à densité sur un intervalle.</p> | | <p>Les exemples étudiés s'appuient sur une expérience aléatoire et un univers associé Ω, muni d'une probabilité. On définit alors une variable aléatoire X, fonction de Ω dans \mathbf{R}, qui associe à chaque issue un nombre réel d'un intervalle I de \mathbf{R}. On admet que X satisfait aux conditions qui permettent de définir la probabilité de l'événement $\{X \in J\}$ comme aire du domaine : $\{M(x, y); x \in J \text{ et } 0 \leq y \leq f(x)\}$ où f désigne la fonction de densité de la loi et J un intervalle inclus dans I.</p> <p>Toute théorie générale des lois à densité et des intégrales sur un intervalle non borné est exclue.</p> |
| <p>Loi uniforme sur $[a, b]$.</p> <p>Espérance d'une variable aléatoire suivant une loi uniforme.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Connaître la fonction de densité de la loi uniforme sur $[a, b]$. | <p>L'instruction « nombre aléatoire » d'un logiciel ou d'une calculatrice permet d'introduire la loi uniforme sur $[0, 1]$. La notion d'espérance d'une variable aléatoire à densité sur $[a, b]$ est introduite à cette occasion par $\int_a^b t f(t) dt$. On note que cette définition constitue un prolongement dans le cadre continu de l'espérance d'une variable aléatoire discrète.</p> |

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|--|--|---|
| <p>Loi normale centrée réduite $\mathcal{N}(0,1)$.</p> <p>Loi normale $\mathcal{N}(\mu, \sigma^2)$ d'espérance μ et d'écart-type σ.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Connaître la fonction de densité de la loi normale $\mathcal{N}(0,1)$ et sa représentation graphique. • Connaître une valeur approchée de la probabilité de l'événement $\{X \in [-1,96; 1,96]\}$ lorsque X suit la loi normale $\mathcal{N}(0,1)$. • Utiliser une calculatrice ou un tableur pour obtenir une probabilité dans le cadre d'une loi normale $\mathcal{N}(\mu, \sigma^2)$. • Connaître une valeur approchée de la probabilité des événements suivants : $\{X \in [\mu - \sigma, \mu + \sigma]\}$, $\{X \in [\mu - 2\sigma, \mu + 2\sigma]\}$ et $\{X \in [\mu - 3\sigma, \mu + 3\sigma]\}$, lorsque X suit la loi normale $\mathcal{N}(\mu, \sigma^2)$. | <p>Pour introduire la loi normale $\mathcal{N}(0,1)$, on s'appuie sur l'observation des représentations graphiques de la loi de la variable aléatoire $Z_n = \frac{X_n - np}{\sqrt{np(1-p)}}$ où X_n suit la loi binomiale $\mathcal{B}(n, p)$ et cela pour de grandes valeurs de n et une valeur de p fixée entre 0 et 1.</p> <p>À ce propos, on peut faire référence aux travaux de Moivre et de Laplace en les situant dans une perspective historique.</p> <p>Une variable aléatoire X suit la loi $\mathcal{N}(\mu, \sigma^2)$ si $\frac{X - \mu}{\sigma}$ suit la loi normale $\mathcal{N}(0,1)$.</p> <p>On se limite à une approche intuitive de la notion d'espérance.</p> <p>On exploite les outils logiciels pour faire percevoir l'information apportée par la valeur de l'écart-type.</p> <p>La connaissance d'une expression algébrique de la fonction de densité de cette loi n'est pas un attendu du programme.</p> <p>On illustre ces notions par des exemples issus des sciences économiques ou des sciences humaines et sociales.</p> |
| <p>Intervalle de fluctuation</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Connaître, pour n assez grand, l'intervalle de fluctuation asymptotique (*) au seuil de 95 % : $\left[p - 1,96 \frac{\sqrt{p(1-p)}}{\sqrt{n}}, p + 1,96 \frac{\sqrt{p(1-p)}}{\sqrt{n}} \right]$ où p désigne la proportion dans la population. | <p>La variable aléatoire F_n qui, à tout échantillon de taille n, associe la fréquence, prend ses valeurs dans l'intervalle de fluctuation asymptotique au seuil de 95 % avec une probabilité qui s'approche de 0,95 quand n devient grand.</p> <p>On admet le résultat ci-contre, qui est conforté grâce à la simulation.</p> <p>Avec les exigences usuelles de précision, on pratique cette approximation dès que $n \geq 30$, $np \geq 5$ et $n(1-p) \geq 5$.</p> <p>En majorant $1,96\sqrt{p(1-p)}$, on retrouve l'intervalle de fluctuation présenté en classe de seconde.</p> <p>La problématique de prise de décision, déjà rencontrée, est travaillée à nouveau.</p> |

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|---|--|---|
| <p>Estimation</p> <p>Intervalle de confiance au niveau de confiance 0,95(*).</p> <p>Niveau de confiance.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Estimer une proportion inconnue à partir d'un échantillon. • Déterminer une taille d'échantillon suffisante pour obtenir, avec une précision donnée, une estimation d'une proportion au niveau de confiance 0,95. | <p>Les attendus de ce paragraphe sont modestes et sont à exploiter en lien avec les autres disciplines.</p> <p>On énonce que p est élément de l'intervalle $\left[f - \frac{1}{\sqrt{n}}, f + \frac{1}{\sqrt{n}} \right]$ avec un niveau de confiance de plus de 95 %, où f désigne la fréquence observée sur un échantillon de taille n.</p> <p>Avec les exigences usuelles de précision, on utilise cet intervalle dès que $n \geq 30$, $np \geq 5$ et $n(1-p) \geq 5$.</p> <p>La simulation de sondages sur tableur permet de sensibiliser aux fourchettes de sondage.</p> <p>Il est important de noter que, dans d'autres champs, on utilise l'intervalle $\left[f - 1,96 \frac{\sqrt{f(1-f)}}{\sqrt{n}}, f + 1,96 \frac{\sqrt{f(1-f)}}{\sqrt{n}} \right]$ qu'il n'est pas possible de justifier dans ce programme.</p> |

(*)Avec les notations précédentes :

Un intervalle de fluctuation asymptotique de la variable aléatoire F_n au seuil 0,95 est un intervalle déterminé à partir de p et de n et qui contient F_n avec une probabilité d'autant plus proche de 0,95 que n est grand.

Pour une valeur de p fixée, l'intervalle aléatoire $\left[F_n - \frac{1}{\sqrt{n}}, F_n + \frac{1}{\sqrt{n}} \right]$ contient, pour n assez grand, la proportion p à estimer avec une probabilité au moins égale à 0,95.

Un intervalle de confiance pour une proportion p au niveau de confiance 0,95 est la réalisation, à partir d'un échantillon, d'un intervalle aléatoire contenant la proportion p avec une probabilité supérieure ou égale à 0,95, intervalle aléatoire déterminé à partir de la variable aléatoire F_n qui, à tout échantillon de taille n , associe la fréquence.

Les intervalles de confiance considérés ici sont centrés en la fréquence observée f .

Algorithmique

En seconde, les élèves ont conçu et mis en œuvre quelques algorithmes. Cette formation se poursuit tout au long du cycle terminal.

Dans le cadre de cette activité algorithmique, les élèves sont entraînés à :

- décrire certains algorithmes en langage naturel ou dans un langage symbolique ;
- en réaliser quelques-uns à l'aide d'un tableur ou d'un programme sur calculatrice ou avec un logiciel adapté ;
- interpréter des algorithmes plus complexes.

Aucun langage, aucun logiciel n'est imposé.

L'algorithmique a une place naturelle dans tous les champs des mathématiques et les problèmes posés doivent être en relation avec les autres parties du programme (algèbre et analyse, statistiques et probabilités, logique), mais aussi avec les autres disciplines ou le traitement de problèmes concrets.

À l'occasion de l'écriture d'algorithmes et de programmes, il convient de donner aux élèves de bonnes habitudes de rigueur et de les entraîner aux pratiques systématiques de vérification et de contrôle.

Instructions élémentaires (affectation, calcul, entrée, sortie)

Les élèves, dans le cadre d'une résolution de problèmes, doivent être capables :

- d'écrire une formule permettant un calcul ;
- d'écrire un programme calculant et donnant la valeur d'une fonction, ainsi que les instructions d'entrées et sorties nécessaires au traitement.

Boucle et itérateur, instruction conditionnelle

Les élèves, dans le cadre d'une résolution de problèmes, doivent être capables de :

- programmer un calcul itératif, le nombre d'itérations étant donné ;
- programmer une instruction conditionnelle, un calcul itératif, avec une fin de boucle conditionnelle.

Notations et raisonnement mathématiques

Cette rubrique, consacrée à l'apprentissage des notations mathématiques et à la logique, ne doit pas faire l'objet de séances de cours spécifiques mais doit être répartie sur toute l'année scolaire.

Notations mathématiques

Les élèves doivent connaître les notions d'élément d'un ensemble, de sous-ensemble, d'appartenance et d'inclusion, de réunion, d'intersection et de complémentaire et savoir utiliser les symboles de base correspondants : \in , \subset , \cup , \cap ainsi que la notation des ensembles de nombres et des intervalles.

Pour le complémentaire d'un ensemble A , on utilise la notation des probabilités \bar{A} .

Pour ce qui concerne le raisonnement logique, les élèves sont entraînés sur des exemples à :

- utiliser correctement les connecteurs logiques « et », « ou » et à distinguer leur sens des sens courants de « et », « ou » dans le langage usuel ;
- utiliser à bon escient les quantificateurs universel, existentiel (les symboles \forall , \exists ne sont pas exigibles) et repérer les quantifications implicites dans certaines propositions et, particulièrement, dans les propositions conditionnelles ;
- distinguer, dans le cas d'une proposition conditionnelle, la proposition directe, sa réciproque, sa contraposée et sa négation ;
- utiliser à bon escient les expressions « condition nécessaire », « condition suffisante » ;
- formuler la négation d'une proposition ;
- utiliser un contre-exemple pour infirmer une proposition universelle ;
- reconnaître et utiliser des types de raisonnement spécifiques : raisonnement par disjonction des cas, recours à la contraposée, raisonnement par l'absurde.

Enseignement de spécialité, série ES

L'enseignement de spécialité prend appui sur la résolution de problèmes. Cette approche permet une introduction motivée des notions mentionnées dans le programme. Plusieurs exemples de problèmes sont donnés à titre indicatif.

L'étude de telles situations conduit à un travail de modélisation et place les élèves en position de recherche.

Les thèmes abordés sont particulièrement propices à l'utilisation des outils informatiques (logiciels de calcul, tableur) et à la mise en œuvre d'algorithmes.

Les graphes probabilistes permettent d'étudier des phénomènes d'évolution simples et de faire un lien avec les suites. Les matrices sont présentées comme des tableaux de nombres. Au même titre que les graphes, elles apparaissent comme des outils pour résoudre des problèmes.

Le niveau d'approfondissement des notions est guidé par les besoins rencontrés dans la résolution des problèmes traités. Les thèmes abordés ne doivent pas faire l'objet d'un développement théorique.

| Exemples de problèmes | Contenus |
|--|--|
| <p>Recherche de courbes polynomiales passant par un ensemble donné de points.</p> <p>Gestion de flux, problèmes simples de partitionnement de graphes sous contraintes : problème du voyageur de commerce, gestion de trafic routier ou aérien, planning de tournois sportifs, etc.</p> <p>Modélisation d'échanges inter-industriels (matrices de Léontief).</p> <p>Codage par un graphe étiqueté, applications à l'accès à un réseau informatique, reconnaissance de codes.</p> <p>Minimisation d'une grandeur (coût, longueur, durée, etc.).</p> <p>Phénomènes évolutifs (variation d'une population, propagation d'une rumeur ou d'un virus, etc.).</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Matrice carrée, matrice colonne : opérations. • Matrice inverse d'une matrice carrée. • Graphes : sommets, sommets adjacents, arêtes, degré d'un sommet, ordre d'un graphe, chaîne, longueur d'une chaîne, graphe complet, graphe connexe, chaîne eulérienne, matrice d'adjacence associée à un graphe. • Recherche du plus court chemin sur un graphe pondéré connexe. • Graphe probabiliste à deux ou trois sommets : matrice de transition, état stable d'un graphe probabiliste. |

Enseignement spécifique d'histoire-géographie des séries économique et sociale et littéraire - classe terminale

NOR : MENE1119430A

arrêté du 12-7-2011 - J.O. du 20-9-2011

MEN - DGESCO A3-1

Vu code de l'éducation ; arrêté du 27-1-2010 modifié ; avis du CSE du 9-6-2011

Article 1 - Le programme de l'enseignement spécifique d'histoire-géographie en classe terminale des séries économique et sociale (ES) et littéraire (L) est fixé conformément à l'annexe du présent arrêté.

Article 2 - Les dispositions du présent arrêté entrent en application à la rentrée de l'année scolaire 2012-2013.

Article 3 - Les dispositions relatives à l'enseignement de l'histoire-géographie en classe terminale de l'arrêté du 30 juillet 2002 fixant le programme de l'enseignement de l'histoire-géographie dans le cycle terminal des séries générales sont abrogées à la rentrée de l'année scolaire 2012-2013.

Article 4 - Le directeur général de l'enseignement scolaire est chargé de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait le 12 juillet 2011

Pour le ministre de l'éducation nationale, de la jeunesse et de la vie associative
et par délégation,

Le directeur général de l'enseignement scolaire,
Jean-Michel Blanquer

Annexe

Programme de l'enseignement spécifique d'histoire-géographie Classe terminale des séries ES et L

Préambule

La classe de première a permis d'approfondir l'approche synthétique et problématisée propre à l'enseignement de l'histoire et de la géographie au lycée et de répondre, grâce à la recherche du sens et à l'exercice du raisonnement et de l'esprit critique, aux finalités culturelles, civiques et intellectuelles de cet enseignement.

En classe de terminale des séries ES et L, l'histoire et la géographie font partie des enseignements obligatoires. Les programmes de cette classe, identiques pour les deux séries, donnent des clés pour une lecture historique et géographique du monde actuel. Les modalités de leur mise en œuvre s'inscrivent dans la continuité de celles des programmes des classes de seconde et de première :

- parité horaire entre les deux disciplines ;
- place importante des études de cas en géographie et des études délimitées et mises en perspective en histoire ;
- utilisation des technologies de l'information et de la communication ;
- liberté et responsabilité pédagogiques du professeur qui peut construire son itinéraire, non seulement au sein de chacun des programmes d'histoire et de géographie, mais encore en les articulant, autant qu'il le jugera nécessaire,

autour de points de convergence.

Cette mise en œuvre doit également préparer les élèves à la poursuite d'études supérieures grâce à l'acquisition de connaissances et à l'approfondissement des capacités et des méthodes figurant dans le tableau qui suit et qui ont été progressivement maîtrisées de la seconde à la première. Dans cette perspective, une attention soutenue sera particulièrement accordée au développement du sens critique et à l'organisation d'un travail autonome.

Capacités et méthodes

I - Maîtriser des repères chronologiques et spatiaux

| | |
|--|---|
| 1) Identifier et localiser | - nommer et périodiser les continuités et ruptures chronologiques - nommer et localiser les grands repères géographiques terrestres |
| | - situer et caractériser une date dans un contexte chronologique - nommer et localiser un lieu dans un espace géographique |
| 2) Changer les échelles et mettre en relation | - situer un événement dans le temps court ou le temps long - repérer un lieu ou un espace sur des cartes à échelles ou systèmes de projection différents |
| | - mettre en relation des faits ou événements de natures, de périodes, de localisations spatiales différentes (approches diachroniques et synchroniques) |
| | - confronter des situations historiques ou/et géographiques |

II - Maîtriser des outils et méthodes spécifiques

| | |
|---|--|
| 1) Exploiter et confronter des informations | - identifier des documents (nature, auteur, date, conditions de production) |
| | - prélever, hiérarchiser et confronter des informations selon des approches spécifiques en fonction du document ou du corpus documentaire |
| | - cerner le sens général d'un document ou d'un corpus documentaire et le mettre en relation avec la situation historique ou géographique étudiée |
| | - critiquer des documents de types différents (textes, images, cartes, graphes, etc.) |
| 2) Organiser et synthétiser des informations | - décrire et mettre en récit une situation historique ou géographique |
| | - réaliser des cartes, croquis et schémas cartographiques, des organigrammes, des diagrammes et schémas fléchés, des graphes de différents types |

| | |
|----------------------------|---|
| | (évolution, répartition) |
| | - rédiger un texte ou présenter à l'oral un exposé construit et argumenté en utilisant le vocabulaire historique et géographique spécifique |
| | - lire un document (un texte ou une carte) et en exprimer oralement ou par écrit les idées clés, les parties ou composantes essentielles ; passer de la carte au croquis, de l'observation à la description |
| 3) Utiliser les Tic | - ordinateurs, logiciels, tableaux numériques ou tablettes graphiques pour rédiger des textes, confectionner des cartes, croquis et graphes, des montages documentaires |

III - Maîtriser des méthodes de travail personnel

| | |
|--|---|
| 1) Développer son expression personnelle et son sens critique | - utiliser de manière critique les moteurs de recherche et les ressources en ligne (internet, intranet de l'établissement, blogs) |
| | - développer un discours oral ou écrit construit et argumenté, le confronter à d'autres points de vue |
| | - participer à la progression du cours en intervenant à la demande du professeur ou en sollicitant des éclairages ou explications si nécessaire |
| 2) Préparer et organiser son travail de manière autonome | - prendre des notes, faire des fiches de révision, mémoriser les cours (plans, notions et idées clés, faits essentiels, repères chronologiques et spatiaux, documents patrimoniaux) |
| | - mener à bien une recherche individuelle ou au sein d'un groupe ; prendre part à une production collective |
| | - utiliser le manuel comme outil de lecture complémentaire du cours, pour préparer le cours ou en approfondir des aspects. |

Histoire - Regards historiques sur le monde actuel

Introduction

Le programme de terminale des séries ES et L se situe dans la continuité de ceux de seconde et de première. Il en reprend l'organisation thématique déclinée en questions, elles-mêmes abordées à partir d'études précises. Il permet d'acquérir des connaissances et d'approfondir des capacités et des méthodes acquises lors des deux années

précédentes, en accordant une grande place à l'organisation du travail autonome et au travail critique sur les sources. Parmi ces dernières, les productions artistiques doivent faire l'objet d'une attention particulière, conformément aux objectifs de l'enseignement de l'histoire des arts.

Ce programme, qui offre l'opportunité de développer une réflexion historique et d'appréhender les démarches de la discipline, est ainsi de nature à préparer les élèves aux exigences de l'enseignement supérieur en leur permettant d'approfondir leur réflexion historique et d'appréhender les démarches de la discipline.

Le fil conducteur du programme

Le programme propose un éclairage des enjeux majeurs du monde actuel à partir du regard spécifique de l'historien. Afin de faire comprendre d'emblée ce qui caractérise ce regard, le premier thème est consacré à une réflexion sur la discipline, montrant ce qui différencie l'histoire d'autres rapports des sociétés à leur passé, le rapport patrimonial et le rapport mémoriel, et mettant en évidence la démarche critique de l'historien et ses outils. Les trois thèmes suivants (« Idéologies, opinions et croyances en Europe et aux États-Unis de la fin du XIX^{ème} siècle à nos jours », « Puissances et tensions dans le monde de la fin de la Première Guerre mondiale à nos jours », « Les échelles de gouvernement dans le monde de la fin de la Seconde Guerre mondiale à nos jours ») ont été choisis de façon à ce que soient abordés des sujets essentiels à la compréhension du monde actuel, en faisant appel à des temporalités différentes adaptées à chacun des thèmes.

Pour traiter le programme

Les quatre thèmes sont déclinés en dix questions dont la mise en œuvre se fait à partir d'études reliées aux problématiques des thèmes et des questions. Loin de constituer une juxtaposition d'objets singuliers, ces études, choisies en fonction de leur pertinence pour faire comprendre une période et/ou un phénomène historique, doivent être sous-tendues par une problématique et impliquent une mise en perspective par rapport à la question traitée. Le professeur exerce pleinement sa liberté et sa responsabilité pédagogiques. Il a la possibilité de construire son propre itinéraire en traitant les thèmes dans un ordre différent de celui de leur présentation, à l'exclusion du thème 1 qui doit ouvrir obligatoirement la mise en œuvre du programme. À l'intérieur de chaque thème, les questions peuvent être traitées dans un ordre différent.

Thème 1 - Le rapport des sociétés à leur passé (9-10 heures)

| Questions | Mise en œuvre |
|---|---|
| Le patrimoine : lecture historique | Une étude au choix parmi les trois suivantes : - Le centre historique de Rome ; - La vieille ville de Jérusalem ; - Le centre historique de Paris. |
| Les mémoires : lecture historique | Une étude au choix parmi les deux suivantes : - L'historien et les mémoires de la Seconde Guerre mondiale en France ; - L'historien et les mémoires de la guerre d'Algérie. |

Thème 2 - Idéologies, opinions et croyances en Europe et aux États-Unis de la fin du XIX^{ème} siècle à nos jours (15-17 heures)

| Questions | Mise en œuvre |
|--|---|
| Socialisme et mouvement ouvrier | Socialisme, communisme et syndicalisme en Allemagne depuis 1875. |
| Médias et opinion publique | Médias et opinion publique dans les grandes crises politiques en France depuis l'affaire Dreyfus. |
| Religion et société | Religion et société aux États-Unis depuis les années 1890. |

Thème 3 - Puissances et tensions dans le monde de la fin de la Première Guerre mondiale à nos jours (17-18 heures)

| Questions | Mise en œuvre |
|------------------------------------|--|
| Les chemins de la puissance | - Les États-Unis et le monde depuis les « 14 points » du Président Wilson (1918). - La Chine et le monde depuis le « mouvement du 4 mai 1919 ». |
| Un foyer de conflits | Le Proche et le Moyen-Orient, un foyer de conflits depuis la fin de la Première Guerre mondiale. |

Thème 4 - Les échelles de gouvernement dans le monde de la fin de la Seconde Guerre mondiale à nos jours (16-17 heures)

| Questions | Mise en œuvre |
|-----------------------------------|--|
| L'échelle de l'État-nation | Gouverner la France depuis 1946 : État, gouvernement et administration. Héritages et évolutions. |
| L'échelle continentale | Le projet d'une Europe politique depuis le congrès de La Haye (1948). |
| L'échelle mondiale | La gouvernance économique mondiale depuis 1944. |

En histoire, comme en géographie, le programme est conçu pour être traité dans un horaire annuel de 57 à 62 heures.

Géographie - Mondialisation et dynamiques géographiques des territoires

Introduction

Ce programme se situe dans le prolongement de celui des classes de seconde et de première, tant du point de vue des connaissances que des capacités et des méthodes à acquérir par les élèves. La classe de terminale doit permettre une préparation à l'enseignement supérieur. Une attention soutenue sera ainsi accordée à l'acquisition d'une plus grande autonomie par les élèves et à l'exercice du sens critique qui fait l'objet d'un point de programme spécifique dédié à une réflexion sur les enjeux de la représentation cartographique.

Le fil conducteur du programme

En classe de première, en histoire et en géographie, une approche du processus de mondialisation a déjà été entreprise. Le programme de terminale approfondit cette thématique et l'articule avec d'autres grilles de lecture du monde ; le phénomène de mondialisation est ainsi mis en regard avec des logiques plurielles d'organisation de l'espace mondial (géo-économiques, géopolitiques, géo-environnementales et géoculturelles). Le programme propose des approches territoriales à différentes échelles, de la ville aux grandes aires continentales, pour prendre en compte la complexité et les évolutions d'une planète mondialisée.

Pour traiter le programme

Le programme comporte huit questions organisées en trois thèmes.

Le premier thème vise à présenter et à discuter quelques grandes notions et grilles d'analyse (développement, développement durable, puissance, réseaux, mondialisation, Nord/Sud, centre/périphérie, aires de civilisation, rôle des États, etc.) permettant une lecture des territoires mondiaux. Ces outils sont mis au service de l'étude d'un espace dont la situation géographique sur la planète est complexe : la Russie. Les grilles de lecture du thème 1 seront ensuite reprises tout au long du programme. Ce thème est donc obligatoirement étudié en début d'année.

Le thème 2 aborde les dynamiques de la mondialisation. Le thème 3 porte sur trois grandes aires continentales, appréhendées chacune selon une problématique spécifique. Pour chaque aire continentale, le programme prévoit trois entrées qui éclairent cette problématique : une étude de cas, une thématique générale et l'étude d'un ou de deux États (dans ce dernier cas, l'approche est comparative). Le professeur détermine l'ordre dans lequel les thèmes 2 et 3 sont traités en fonction de son projet pédagogique. De même, au sein de ces thèmes 2 et 3, les différentes questions peuvent être abordées dans un ordre librement choisi.

Comme en classes de seconde et de première, le programme accorde une place substantielle aux études de cas ; celles-ci ont une portée générale par les problématiques qu'elles soulèvent, les méthodes qu'elles mettent en œuvre, les enjeux et les choix qu'elles illustrent.

On accordera une place essentielle à la construction de représentations cartographiques par les élèves (croquis et schémas) afin de rendre compte des multiples dimensions territoriales du programme.

Thème 1 introductif - Clés de lectures d'un monde complexe (10-11 heures)

| Questions | Mise en œuvre |
|--|--|
| Des cartes pour comprendre le monde | L'étude consiste à approcher la complexité du monde par l'interrogation et la confrontation de grilles de lectures géopolitiques, géo-économiques, géoculturelles et géo-environnementales. Cette étude, menée principalement à partir de cartes, est l'occasion d'une réflexion critique sur les modes de représentations cartographiques. |

| | |
|---|--|
| Des cartes pour comprendre la Russie | Les grilles de lectures de la question 1 sont utilisées pour appréhender la complexité d'une situation géographique : - La Russie, un État-continent eurasiatique en recomposition. |
|---|--|

Thème 2 - Les dynamiques de la mondialisation (18-20 heures)

| Questions | Mise en œuvre |
|---|--|
| La mondialisation en fonctionnement | - Un produit mondialisé (étude de cas). - Processus et acteurs de la mondialisation. - Mobilités, flux et réseaux. |
| Les territoires dans la mondialisation | - Une ville mondiale (étude de cas). - Pôles et espaces majeurs de la mondialisation ; territoires et sociétés en marge de la mondialisation. - Les espaces maritimes : approche géostratégique. |
| La mondialisation en débat | - États, frontières et mondialisation. - Débats et contestations. |

Thème 3 - Dynamiques géographiques de grandes aires continentales (29-31 heures)

| Questions | Mise en œuvre |
|--|--|
| L'Amérique : puissance du Nord, affirmation du Sud | - Le bassin caraïbe : interface américaine, interface mondiale (étude de cas). - Le continent américain : entre tensions et intégrations régionales. - États-Unis-Brésil : rôle mondial, dynamiques territoriales. |
| L'Afrique : les défis du développement | - Le Sahara : ressources, conflits (étude de cas). - Le continent africain face au développement et à la mondialisation. - L'Afrique du Sud : un pays émergent. |
| L'Asie du Sud et de l'Est : les enjeux de la croissance | - Mumbai : modernité, inégalités (étude de cas). - L'Asie du Sud et de l'Est : les défis de la population et de la croissance. - Japon-Chine : concurrences régionales, ambitions mondiales. |

En géographie, comme en histoire, le programme est conçu pour être traité dans un horaire annuel de 57 à 62 heures.

Enseignement spécifique de sciences économiques et sociales et enseignements de spécialité économie approfondie et sciences sociales et politiques de la série économique et sociale - classe terminale

NOR : MENE1119438A

arrêté du 12-7-2011 - J.O. du 20-9-2011

MEN - DGESCO A3-1

Vu code de l'éducation ; arrêté du 27-1-2010 modifié ; avis du CSE du 9-6-2011

Article 1 - Le programme de l'enseignement spécifique de sciences économiques et sociales et des enseignements de spécialité économie approfondie et sciences sociales et politiques de la classe terminale de la série économique et sociale est fixé conformément à l'annexe du présent arrêté.

Article 2 - Les dispositions du présent arrêté entrent en application à la rentrée de l'année scolaire 2012-2013.

Article 3 - L'arrêté du 30 juillet 2002 fixant le programme de l'enseignement de sciences économiques et sociales en classe terminale de la série économique et sociale est abrogé à la rentrée de l'année scolaire 2012-2013.

Article 4 - Le directeur général de l'enseignement scolaire est chargé de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait le 12 juillet 2011

Pour le ministre de l'éducation nationale, de la jeunesse et de la vie associative
et par délégation,
Le directeur général de l'enseignement scolaire,
Jean-Michel Blanquer

Annexe

Programmes de l'enseignement spécifique de sciences économiques et sociales et des enseignements de spécialité économie approfondie et sciences sociales et politiques Classe terminale de la série ES

ENSEIGNEMENT SPÉCIFIQUE

Ce programme s'inscrit dans le cadre des grandes orientations fixées pour le cycle terminal dans le préambule rédigé pour le programme de la classe de première auquel on se reportera. Il est présenté en trois colonnes : la première colonne décline chaque thème sous forme de questions ; les indications complémentaires explicitent et délimitent le contenu de chacune d'entre elles ; les notions figurant en colonne centrale, de même que les « acquis de première » rappelés en colonne 3, sont les notions indispensables pour traiter chaque question.

Les épreuves du baccalauréat portent sur l'intégralité du programme tel qu'il figure ci-dessous ; les indications complémentaires bornent ce qui est exigible.

Science économique (durée indicative : 80 heures)

1. Croissance, fluctuations et crises

| Thèmes et questionnements | Notions | Indications complémentaires |
|--|---|---|
| <p>1.1 Quelles sont les sources de la croissance économique ?</p> | <p>PIB, IDH, investissement, progrès technique, croissance endogène, productivité globale des facteurs, facteur travail, facteur capital.</p> | <p>En s'appuyant sur le programme de première, on s'interrogera sur l'intérêt et les limites du PIB comme mesure de l'activité économique.</p> <p>On montrera que le PIB ne reflète pas l'évolution du niveau de vie des populations et qu'il convient de se référer à d'autres indicateurs. L'étude de séries longues permettra de procéder à des comparaisons internationales. À partir d'une présentation simple de la fonction de production, on exposera la manière dont la théorie économique analyse le processus de croissance. On fera le lien entre la productivité globale des facteurs et le progrès technique et on introduira la notion de croissance endogène en montrant que l'accumulation du capital, sous ses différentes formes (physique, technologique et immatériel, humain et public) participe à l'entretien de la croissance. On soulignera que la croissance économique, loin d'être harmonieuse et continue, est le plus souvent la résultante d'un processus de destruction créatrice.</p> <p>En liaison avec l'innovation, on mettra l'accent sur le rôle des institutions et des droits de propriété.</p> <p>Acquis de première : facteurs de production, production marchande et non marchande, valeur ajoutée, productivité, institutions, droits de propriété, externalités.</p> |
| <p>1.2 Comment expliquer l'instabilité de la croissance ?</p> | <p>Fluctuations économiques, crise économique, désinflation, croissance potentielle, dépression, déflation.</p> | <p>L'observation des fluctuations économiques permettra de mettre l'accent sur la variabilité de la croissance et sur l'existence de périodes de crise. On présentera les idées directrices des principaux schémas explicatifs des fluctuations (chocs d'offre et de demande, cycle du crédit), en insistant notamment sur les liens avec la demande globale. En faisant référence au programme de première, on rappellera le rôle des politiques macro-économiques (nationales et européennes) dans la gestion des fluctuations conjoncturelles.</p> <p>On analysera les mécanismes cumulatifs susceptibles d'engendrer déflation et dépression économique et leurs conséquences sur le chômage de masse.</p> <p>Acquis de première : inflation, politique monétaire, politique budgétaire, politique conjoncturelle, chômage, demande globale.</p> |

2. Mondialisation, finance internationale et intégration européenne

| Thèmes et questionnements | Notions | Indications complémentaires |
|---|---|--|
| <p>2.1 Quels sont les fondements du commerce international et de l'internationalisation de la production ?</p> | <p>Avantage comparatif, dotation factorielle, libre-échange et protectionnisme, commerce intra-firme, compétitivité prix et hors prix, délocalisation, externalisation, firmes multinationales.</p> | <p>En partant d'une présentation stylisée des évolutions du commerce mondial et en faisant référence à la notion d'avantage comparatif introduite en première, on s'interrogera sur les déterminants des échanges internationaux de biens et services et de la spécialisation.</p> <p>On analysera les avantages et les inconvénients des échanges internationaux pour les producteurs comme pour les consommateurs. On présentera à cette occasion les fondements des politiques protectionnistes et on en montrera les risques.</p> <p>En s'appuyant sur des données concernant le commerce intra-firme et sur des exemples d'entreprises multinationales, on abordera la mondialisation de la production. On analysera les choix de localisation des entreprises et leurs stratégies d'internationalisation. On étudiera à cette occasion les principaux déterminants de la division internationale du travail, en insistant sur le rôle des coûts de transport et de communication. On montrera que la différenciation des produits peut être à l'origine d'une compétitivité hors prix. On explicitera enfin la complexité des conséquences de cette internationalisation sur les pays d'accueil.</p> <p>Acquis de première : gains à l'échange, spécialisation, échange marchand.</p> |
| <p>2.2 Comment s'opère le financement de l'économie mondiale ?</p> | <p>Balance des paiements, flux internationaux de capitaux, devises, marché des changes, spéculation.</p> | <p>On identifiera les grands soldes de la balance des paiements afin d'en donner une interprétation économique.</p> <p>On présentera de façon élémentaire le fonctionnement du marché des changes ainsi que les principaux déterminants de l'offre et de la demande de devises. En ayant recours à une représentation graphique simple, on montrera comment se détermine le taux de change.</p> <p>On s'interrogera sur les effets d'une variation des cours de change sur l'économie des pays concernés. Sans entrer dans des développements historiques ou théoriques, on présentera la distinction entre changes fixes et changes flottants. On s'interrogera sur l'ampleur et les déterminants des flux internationaux de capitaux.</p> <p>Acquis de première : offre, demande, banque centrale,</p> |

| | | |
|--|--------------------------------------|--|
| | | fonctions de la monnaie, taux d'intérêt. |
| 2.3 Quelle est la place de l'Union européenne dans l'économie globale ? | Euro, union économique et monétaire. | <p>Sans entrer dans le détail des évolutions historiques, on rappellera qu'en se dotant d'un grand marché intérieur et d'une monnaie unique, les pays européens mènent une expérience originale d'intégration plus étroite de leurs économies. On montrera que l'union monétaire revêt une importance particulière dans le contexte monétaire et financier international, et qu'elle renforce les interdépendances entre les politiques macroéconomiques des Etats membres. On s'interrogera sur les difficultés de la coordination des politiques économiques dans l'Union européenne.</p> <p>Acquis de première : banque centrale, politique budgétaire, politique monétaire.</p> |

3. Économie du développement durable

| Thèmes et questionnements | Notions | Indications complémentaires |
|---|--|--|
| 3.1 La croissance économique est-elle compatible avec la préservation de l'environnement ? | Capital naturel, physique, humain, social et institutionnel, biens communs, soutenabilité. | <p>Après avoir souligné que le développement et le bien-être ne se résument pas à la croissance économique, on montrera, en illustrant par des exemples, que le bien-être des populations résulte de l'interaction de quatre types de capital (naturel, physique produit, humain, social et institutionnel). On expliquera pourquoi l'analyse économique du développement durable, qui se fonde sur la préservation des possibilités de développement pour les générations futures, s'intéresse au niveau et à l'évolution des stocks de chaque type de capital (accumulation et destruction) ainsi qu'à la question décisive du degré de substitution entre ces différents capitaux. On évoquera, à l'aide d'exemples, les limites écologiques auxquelles se heurte la croissance économique (épuisement des ressources énergétiques et des réserves halieutiques, déforestation, augmentation de la concentration des gaz à effet de serre, etc.). On soulignera à ce propos que le PIB n'a pas été conçu pour évaluer la soutenabilité de la croissance.</p> <p>Acquis de première : externalités, biens collectifs, capital social.</p> |
| 3.2 Quels instruments économiques pour la politique climatique ? | Règlementation, taxation, marché de quotas d'émission. | L'exemple de la politique climatique permettra d'analyser les instruments dont disposent les pouvoirs publics pour mener des politiques environnementales. En lien avec le programme |

de première sur les marchés et leurs défaillances, on montrera la complémentarité des trois types d'instruments que sont la réglementation, la taxation, les marchés de quotas d'émission. On remarquera que, si les marchés laissés à eux-mêmes ne peuvent résoudre les problèmes, ils peuvent constituer un instrument d'action si le contexte institutionnel adapté est mis en place. Pour l'analyse de ces instruments, les exercices et la représentation graphique seront privilégiés.

Acquis de première : externalités, institutions marchandes, droits de propriété, offre et demande, allocation des ressources, défaillances du marché.

Sociologie (durée indicative : 50 heures)

1. Classes, stratification et mobilité sociales

| Thèmes et questionnements | Notions | Indications complémentaires |
|---|---|---|
| 1.1 Comment analyser la structure sociale ? | Classes sociales, groupes de statut, catégories socio-professionnelles. | On présentera les théories des classes et de la stratification sociale dans la tradition sociologique (Marx, Weber) ainsi que leurs prolongements contemporains et on s'interrogera sur leur pertinence pour rendre compte de la dynamique de la structuration sociale. On mettra en évidence la multiplicité des critères de différenciation sociale dans les sociétés post-industrielles (statut professionnel, âge, sexe, style de vie) et on se demandera dans quelle mesure cette multiplicité contribue à brouiller les frontières de classes. Acquis de première : groupe social. |
| 1.2 Comment rendre compte de la mobilité sociale ? | Mobilité intergénérationnelle/intragénérationnelle, mobilité observée, fluidité sociale, déclassement, capital culturel, paradoxe d'Anderson. | Après avoir distingué la mobilité sociale intergénérationnelle d'autres formes de mobilité (géographique, professionnelle), on se posera le problème de sa mesure à partir de l'étude des tables de mobilité sociale dont on soulignera à la fois l'intérêt et les limites. On distinguera la mobilité observée et la mobilité relative (fluidité sociale) et on mettra en évidence l'existence de flux de mobilité verticale (ascendante et descendante) et horizontale. On étudiera différents déterminants de la mobilité et de la reproduction sociale : l'évolution de la structure socioprofessionnelle, le rôle de l'école et de la famille. Acquis de première : groupe d'appartenance, groupe de référence, socialisation anticipatrice, capital social. |

2. Intégration, conflit, changement social

| Thèmes et questionnements | Notions | Indications complémentaires |
|---|--|--|
| 2.1 Quels liens sociaux dans des sociétés où s'affirme le primat de l'individu ? | Solidarité mécanique/organique, cohésion sociale. | Après avoir présenté l'évolution des formes de solidarité selon Durkheim, on montrera que les liens nouveaux liés à la complémentarité des fonctions sociales n'ont pas fait pour autant disparaître ceux qui reposent sur le partage de croyances et de valeurs communes. On traitera plus particulièrement de l'évolution du rôle des instances d'intégration (famille, école, travail, État) dans les sociétés contemporaines et on se demandera si cette évolution ne remet pas en cause l'intégration sociale. Acquis de première : socialisation, capital social, sociabilité, anomie, désaffiliation, disqualification, réseaux sociaux. |
| 2.2 La conflictualité sociale : pathologie, facteur de cohésion ou moteur du changement social ? | Conflits sociaux, mouvements sociaux, régulation des conflits, syndicat. | On montrera que les conflits peuvent être appréhendés à partir de grilles de lecture contrastées : comme pathologie de l'intégration ou comme facteur de cohésion ; comme moteur du changement social ou comme résistance au changement. En s'appuyant sur quelques exemples, on s'interrogera sur la pertinence respective de ces différents cadres d'analyse en fonction de la nature des conflits et des contextes historiques. On s'intéressera plus particulièrement aux mutations des conflits du travail et des conflits sociétaux en mettant en évidence la diversité des acteurs, des enjeux, des formes et des finalités de l'action collective. Acquis de première : groupe d'intérêt, conflit. |

Regards croisés (durée indicative : 40 heures)

1. Justice sociale et inégalités

| Thèmes et questionnements | Notions | Indications complémentaires |
|---|--|---|
| 1.1 Comment analyser et expliquer les inégalités ? | Inégalités économiques, inégalités sociales. | On mettra en évidence le caractère multiforme des inégalités économiques et sociales ainsi que leur aspect parfois cumulatif. On procédera à des comparaisons aux niveaux européen et international en utilisant les principaux indicateurs et outils statistiques appropriés. On montrera que le niveau et l'évolution des inégalités sont liés à des facteurs multiples : |

| | | |
|---|---|---|
| | | origine et appartenance sociales, formation, accumulation patrimoniale, genre, génération, etc. Acquis de première : salaire, revenu, profit, revenus de transfert. |
| 1.2 Comment les pouvoirs publics peuvent-ils contribuer à la justice sociale ? | Égalité, équité, discrimination, méritocratie, assurance/assistance, services collectifs, fiscalité, prestations et cotisations sociales, redistribution, protection sociale. | On s'interrogera sur les fondements des politiques de lutte contre les inégalités en les reliant à la notion de justice sociale ; on rappellera à ce propos que toute conception de la justice doit répondre à la question : « L'égalité de quoi ? ». On distinguera égalité des droits, égalité des situations et égalité des chances. On précisera qu'il n'y a pas lieu d'opposer les notions d'égalité et d'équité. Pour cela, on montrera que le degré d'égalité est un fait et peut se mesurer alors que l'équité, qui renvoie au sentiment de ce qui est juste ou injuste, est un jugement qui se fonde sur un choix éthique ou politique sous-tendu par un système de valeurs. On analysera les principaux moyens par lesquels les pouvoirs publics peuvent contribuer à la justice sociale : fiscalité, redistribution et protection sociale, services collectifs, mesures de lutte contre les discriminations. On montrera que l'action des pouvoirs publics s'exerce sous contrainte et qu'elle fait l'objet de débats quant à son efficacité et aux risques de désincitation et d'effets pervers. Acquis de première : État-providence, prélèvements obligatoires, revenus de transfert. |

2. Travail, emploi, chômage

| Thèmes et questionnements | Notions | Indications complémentaires |
|---|--|--|
| 2.1 Comment s'articulent marché du travail et organisation dans la gestion de l'emploi ? | Taux de salaire réel, coût salarial unitaire, salaire d'efficience, salaire minimum, contrat de travail, conventions collectives, partenaires sociaux, segmentation du marché du travail, normes d'emploi. | En se limitant à une présentation graphique simple et en insistant sur les déterminants de l'offre et de la demande, on expliquera l'analyse néo-classique du fonctionnement du marché du travail. Pour rendre compte de la spécificité de la relation salariale, on montrera l'intérêt de relâcher les hypothèses du modèle de base en introduisant principalement les hypothèses d'hétérogénéité du facteur travail et d'asymétrie d'information. À partir de quelques exemples, on montrera que le taux de salaire dépend également du résultat de négociations salariales et de l'intervention de l'État et que celle-ci ne se limite pas à la question du salaire. On soulignera, en s'appuyant sur le programme de première, que |

| | | |
|---|--|---|
| | | <p>l'institutionnalisation de la relation salariale, qui est un enjeu majeur des relations professionnelles, résulte à la fois du conflit et de la coopération.</p> <p>Acquis de première : salaire, marché, productivité, offre et demande, prix et quantité d'équilibre, preneur de prix, rationnement, asymétries d'information, hiérarchie, coopération, conflit, institutions marchandes.</p> |
| 2.2 Quelles politiques pour l'emploi ? | Flexibilité du marché du travail, taux de chômage, taux d'emploi, qualification, demande anticipée, équilibre de sous-emploi, salariat, précarité, pauvreté. | <p>À l'aide de données empiriques françaises et étrangères, on mettra en évidence le caractère dynamique du marché du travail en donnant des indications sur les flux bruts de création et de destruction d'emplois. On soulignera que, dans certains cas, le chômage peut être à l'origine d'un processus d'exclusion.</p> <p>Afin de montrer que la diversité des formes et des analyses du chômage explique la pluralité des politiques, on analysera les politiques macroéconomiques de soutien de la demande globale pour lutter contre le chômage keynésien, les politiques d'allègement du coût du travail pour lutter contre le chômage classique, les politiques de formation et de flexibilisation pour réduire la composante structurelle du chômage.</p> <p>On soulignera que les politiques de l'emploi sont aussi fondées sur la prise en compte du rôle du travail et de l'emploi dans l'intégration sociale. On se demandera en quoi ce lien entre travail et intégration sociale est fragilisé par certaines évolutions de l'emploi.</p> <p>Acquis de première : chômage, productivité, demande globale, politique monétaire, politique budgétaire, rationnement.</p> |

Savoir-faire applicables aux données quantitatives et aux représentations graphiques

L'enseignement des sciences économiques et sociales doit conduire à la maîtrise de savoir-faire quantitatifs, qui ne sont pas exigés pour eux-mêmes mais pour exploiter des documents statistiques ou pour présenter sous forme graphique une modélisation simple des comportements économiques ou sociaux.

Calcul, lecture, interprétation

- Proportions, pourcentages de répartition (y compris leur utilisation pour transformer une table de mobilité en tables de destinée et de recrutement)
- Moyenne arithmétique simple et pondérée
- Évolutions en valeur et en volume
- Propensions moyenne et marginale à consommer et à épargner
- Élasticité comme rapport d'accroissements relatifs
- Écarts et rapports interquantiles
- Mesures de variation : coefficient multiplicateur, taux de variation, indices simples et pondérés

Lecture et interprétation

- Corrélation et causalité
- Tableaux à double entrée
- Taux de croissance moyen
- Médiane, écart-type
- Élasticité prix de la demande et de l'offre, élasticité revenu de la demande, élasticité de court terme et élasticité de long terme
- Représentations graphiques : courbes de Lorenz, histogrammes, diagrammes de répartition, représentation des séries chronologiques, y compris les graphiques semi-logarithmiques
- Représentation graphique de fonctions simples (offre, demande, coût) et interprétation de leurs pentes et de leurs déplacements

ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ - SCIENCES SOCIALES ET POLITIQUES

Préambule

Cet enseignement de spécialisation doit permettre aux élèves de se familiariser avec les apports des sciences sociales et politiques à la réflexion informée et critique sur l'évolution de la vie politique contemporaine en France et en Europe. S'inscrivant dans le prolongement de l'enseignement de la classe de première et en complément avec le programme spécifique de la classe terminale, ce programme de spécialisation est basé principalement sur les acquis de la science politique. Ouverte à l'influence d'autres modes de raisonnement des sciences sociales (l'histoire et la sociologie notamment), la science politique constitue une discipline propice à un enseignement de spécialisation susceptible d'aborder scientifiquement les questionnements contemporains. Cet enseignement suppose l'apprentissage des savoir-faire nécessaires à un travail sur les documents et données empiriques disponibles. Les épreuves du baccalauréat portent sur l'intégralité du programme tel qu'il figure ci-dessous ; les indications complémentaires bornent ce qui est exigible.

1. Le système politique démocratique

| Thèmes et questionnements | Notions | Indications complémentaires |
|--|--|--|
| 1.1 Quelles sont les composantes institutionnelles des régimes politiques démocratiques ? | Régime parlementaire, régime semi-présidentiel, régime présidentiel. | Largement ouvert à des illustrations historiques et comparées, ce thème sensibilisera les élèves à la diversité des solutions constitutionnelles mises en œuvre dans les démocraties occidentales pour séparer le pouvoir exécutif du pouvoir législatif. Acquis de première : État de droit. |
| 1.2 Comment s'organise la compétition politique en démocratie ? | Pluralisme politique, modes de scrutin, parité, démocratie délibérative. | Centré sur le gouvernement représentatif, ce point permettra d'étudier les enjeux socio-politiques de la compétition électorale contemporaine. Une attention particulière sera accordée à la place des organisations partisanes et aux effets des modes de scrutin (majoritaire, proportionnel notamment) sur la sélection des gouvernants. On identifiera les biais liés au genre et la |

| | | |
|--|---|---|
| | | <p>difficulté particulière rencontrée pour assurer une représentation équitable des deux sexes en politique. On s'interrogera sur les évolutions de la vie démocratique contemporaine en Europe et notamment les places respectives de la démocratie représentative et d'autres figures de la démocratie (participative, délibérative).</p> <p>Acquis de première : démocratie représentative, démocratie participative.</p> |
| <p>1.3 Quelle est la contribution des organisations politiques au fonctionnement de la démocratie ?</p> | <p>Mobilisation électorale, société civile organisée.</p> | <p>On étudiera la contribution des partis politiques à la mobilisation des électeurs et à la politisation de ces derniers. On évoquera, à partir d'exemples historiques ou comparés, la contribution d'autres organisations (syndicats, associations, groupes d'intérêt, etc.) au fonctionnement des démocraties actuelles (coopération, contestation et influence).</p> <p>Acquis de première : groupe d'intérêt.</p> |

2. La participation politique

| Thèmes et questionnements | Notions | Indications complémentaires |
|---|--|---|
| <p>2.1 Quelle est l'influence de la culture politique sur les attitudes politiques ?</p> | <p>Culture politique/civique, socialisation politique, comportements politiques.</p> | <p>On montrera que les attitudes politiques reflètent souvent des cultures politiques particulières mais aussi des modes de socialisation (primaire comme secondaire) spécifiques. La question de l'identification partisane et celle du clivage gauche/droite fourniront des illustrations simples de ces processus de formation des dispositions politiques.</p> <p>Acquis de première : socialisation primaire, socialisation secondaire.</p> |
| <p>2.2 Quels sont les répertoires de l'action politique aujourd'hui ?</p> | <p>Répertoires d'action politique.</p> | <p>Tout en insistant sur l'importance de l'acte électoral et de son rituel, on proposera une conception ouverte de la notion de répertoire d'action politique ne se résumant pas à la pratique régulière du vote. On présentera notamment les dimensions individuelles comme collectives de l'action de protestation politique. L'évolution des répertoires d'action politique sera appréciée tant dans le temps long des transformations de l'ordre politique démocratique que dans le temps court de la conjoncture</p> |

| | | |
|---|--|---|
| | | politique. |
| 2.3. Comment expliquer le comportement électoral ? | Participation et abstention électorale, variables lourdes du comportement électoral, vote sur enjeu. | On analysera l'évolution des taux d'inscription sur les listes électorales, des taux de participation et/ou d'abstention et leurs déterminants sociaux et politiques. Les principaux résultats de la sociologie de l'orientation électorale seront présentés (poids de la variable religieuse, vote de classe, etc.). L'évocation de l'émergence d'un vote sur enjeu, influencé par les conjonctures politiques (campagnes électorales notamment), permettra de prendre la mesure de la volatilité électorale. La question de l'articulation entre médias, communication et vie politique sera également abordée afin de comprendre son éventuel impact sur les attitudes politiques (pratiques et opinions). |

3. L'ordre politique européen

| Thèmes et questionnements | Notions | Indications complémentaires |
|--|--|---|
| 3.1 Quel est l'impact de la construction européenne sur l'action publique ? | Principe de subsidiarité, gouvernance multi-niveaux. | On présentera les caractéristiques institutionnelles (Parlement européen, Commission européenne, Conseil européen) et politiques de l'Union européenne. À partir de quelques exemples, on présentera les effets de la construction européenne sur la conduite de l'action publique. Acquis de première : action publique. |
| 3.2 Vers un ordre politique supranational ? | Système politique européen, citoyenneté européenne. | On s'interrogera sur les transformations démocratiques qui accompagnent la construction communautaire. La question du devenir post-national de l'ordre politique européen servira de support à cette réflexion. Acquis de première : citoyenneté, souveraineté, État unitaire, État fédéral. |

Savoir-faire applicables aux données quantitatives et aux représentations graphiques

L'enseignement de sciences sociales et politiques doit conduire à la maîtrise de savoir-faire quantitatifs, qui ne sont pas exigés pour eux-mêmes mais pour exploiter des documents statistiques.

Calcul, lecture, interprétation

- Proportions, pourcentages de répartition
- Moyenne arithmétique simple et pondérée, médiane, écart-type
- Mesures de variation : coefficient multiplicateur, taux de variation, indices simples et pondérés
- Taux de participation électorale
- Taux de mobilisation électorale

Lecture et interprétation

- Tableaux à double entrée
- Représentations graphiques : histogrammes, diagrammes de répartition, représentation des séries chronologiques
- Indice d'Alford
- Indice de volatilité électorale

ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ - ÉCONOMIE APPROFONDIE

Cet enseignement de spécialisation doit permettre aux élèves d'approfondir leur connaissance de l'analyse économique par l'étude de quelques grands enjeux contemporains qui correspondent à des mutations structurelles de l'économie mondiale (évolutions démographiques, transformations de l'État-providence, globalisation, stratégies d'entreprises). L'étude de ce programme est l'occasion de perfectionner la maîtrise des outils analytiques et des modes de raisonnement propres à la science économique. Cet enseignement suppose l'apprentissage des savoir-faire nécessaires à un travail sur les documents et les données empiriques disponibles.

Les épreuves du baccalauréat portent sur l'intégralité du programme tel qu'il figure ci-dessous ; les indications complémentaires bornent ce qui est exigible.

1. Économie et démographie

| Thèmes et questionnement | Notions | Indications complémentaires |
|---|---|---|
| 1.1. Comment la dynamique démographique influe-t-elle sur la croissance économique ? | Mouvement naturel, mouvement migratoire, population active, épargne, accumulation du capital, cycle de vie. | On présentera les grandes évolutions démographiques séculaires et on montrera, notamment à l'aide de comparaisons européennes, les différences dans les dynamiques démographiques nationales. En partant de la diversité des taux d'épargne des pays, on introduira la notion de cycle de vie, qui permet une représentation simple des choix individuels de consommation et d'épargne. On montrera qu'elle implique un lien entre l'évolution des structures démographiques (transition, vieillissement, etc.), l'accumulation patrimoniale et la croissance économique. On s'interrogera sur la relation, en économie ouverte, entre épargne, investissement et solde courant de la balance des paiements. Acquis de première : équilibre emplois/ressources, allocation des ressources. |

| | | |
|--|---|---|
| <p>1.2. Quel est l'impact des variables économiques et démographiques sur le financement de la protection sociale ?</p> | <p>Répartition/capitalisation, taux de remplacement, ratio de dépendance, incitations pécuniaires, aléa moral, sélection adverse.</p> | <p>On s'appuiera sur les exemples des retraites et de la santé en privilégiant le cas de la France. On exposera les principes de base des deux grands types de régimes de retraite (répartition et capitalisation). On s'interrogera sur les choix possibles en matière de ressources de ces régimes, de taux de remplacement, de durée de cotisation. On montrera comment la gestion des systèmes de santé est confrontée à la question de l'articulation entre une régulation marchande et une régulation administrée : dans les deux cas se posent des problèmes d'incitation et d'asymétrie d'information (tarification à l'acte ou budget global, liberté d'installation et équité dans l'offre de soin, ticket modérateur, etc.).</p> <p>Acquis de première : prélèvements obligatoires, production marchande et non marchande, asymétries d'information, relation d'agence, fonctions économiques de l'État, revenus de transfert, solidarité, État-providence.</p> |
|--|---|---|

2. Stratégies d'entreprises et politique de concurrence dans une économie globalisée

| Thèmes et questionnement | Notions | Indications complémentaires |
|--|---|--|
| <p>2.1. Dans quelles circonstances les entreprises peuvent-elles exercer un pouvoir de marché ?</p> | <p>Monopole discriminant, barrière à l'entrée, faiseur de prix.</p> | <p>En faisant référence au programme de première, on rappellera la diversité des structures de marché et la notion de pouvoir de marché, qui permet aux entreprises d'élaborer des stratégies concurrentielles. On analysera la nature et la variété des barrières à l'entrée qui expliquent l'existence d'un pouvoir de marché et sa persistance. À l'aide d'exemples simples (tarification dans les transports, dans les télécommunications, etc.), on étudiera les stratégies de prix du monopole discriminant.</p> <p>Acquis de première : oligopole, monopole, pouvoir de marché, preneur de prix, coût moyen/marginal, recette moyenne/marginale.</p> |
| <p>2.2 Quel est le rôle de la politique de la concurrence ?</p> | <p>Abus de position dominante, cartel de producteurs, marché pertinent.</p> | <p>En s'appuyant sur des exemples, on montrera que la politique de la concurrence s'exerce non seulement à l'égard des entreprises mais aussi en matière d'intervention publique. On soulignera que cette</p> |

politique est source de débats quant à la place de l'État dans la production de services collectifs et dans la mise en œuvre de la politique industrielle. On présentera quelques cas dans lesquels les autorités de la concurrence, en France et à l'échelon européen, sont intervenues pour protéger les intérêts des consommateurs.

Acquis de première : fonctions économiques de l'État, marchés concurrentiels, marchés imparfaitement concurrentiels, pouvoir de marché.

3. Instabilité financière et régulation

| Thèmes et questionnement | Notions | Indications complémentaires |
|--|--|--|
| 3.1. Qu'est ce que la globalisation financière ? | Actifs financiers, devises, intermédiation financière. | On présentera les principaux marchés financiers (marchés des changes et marchés des capitaux) et le rôle économique de chacun d'entre eux. On identifiera les différents acteurs y réalisant des transactions (entreprises, investisseurs institutionnels, etc.). On insistera sur l'interdépendance des différents marchés et sur l'importance de l'information pour leur fonctionnement. On analysera le triple processus de désintermédiation, déréglementation et décloisonnement qui caractérise l'évolution des marchés des capitaux depuis les années 1990 et conduit à la constitution d'un marché mondial des capitaux. Acquis de première : financement direct/indirect, taux d'intérêt, risque de crédit. |
| 3.2. Comment expliquer les crises financières et réguler le système financier ? | Aléa moral, risque systémique, comportement mimétique, régulation. | On présentera les mécanismes susceptibles d'engendrer un choc systémique, en insistant particulièrement sur les déséquilibres macro-économiques, les anticipations mimétiques et l'aléa moral. L'exemple d'un marché de matières premières permettra d'illustrer les problèmes posés par la volatilité des cours. On présentera quelques instruments de régulation des marchés financiers : réglementation prudentielle, contrôle des agents et activités soumis au risque de conflits d'intérêts (agences de notation, titrisation, etc.), contrôle de la finance dérégulée (paradis fiscaux, |

fonds spéculatifs, etc.), mesures visant une plus grande transparence des marchés.

Acquis de première : asymétrie d'information, risque de crédit, bilan.

Savoir faire applicables aux données quantitatives et aux représentations graphiques

L'enseignement d'économie approfondie doit conduire à la maîtrise de savoir-faire quantitatifs, qui ne sont pas exigés pour eux-mêmes mais pour exploiter des documents statistiques ou pour présenter sous forme graphique une modélisation simple des comportements économiques ou sociaux.

Calcul, lecture, interprétation

- Proportions, pourcentages de répartition
- Moyenne arithmétique simple et pondérée, médiane, écart-type
- Évolutions en valeur et en volume
- Propensions moyenne et marginale à consommer et à épargner
- Élasticité comme rapport d'accroissements relatifs
- Mesures de variation : coefficient multiplicateur, taux de variation, indices simples et pondérés

Lecture et interprétation

- Corrélations et causalité
- Tableaux à double entrée
- Taux de croissance moyen
- Représentations graphiques : histogrammes, diagrammes de répartition, représentation des séries chronologiques, y compris les graphiques semi-logarithmiques
- Représentation graphique de fonctions simples (offre, demande, coût) et interprétation de leurs pentes et de leurs déplacements

Enseignement de spécialité de droit et grands enjeux du monde contemporain de la série littéraire - classe terminale

NOR : MENE1119455A

arrêté du 12-7-2011 - J.O. du 20-9-2011

MEN - DGESCO A3-1

Vu code de l'éducation ; arrêté du 27-1-2010 modifié ; avis du CSE du 9-6-2011

Article 1 - Le programme de l'enseignement de spécialité de droit et grands enjeux du monde contemporain en classe terminale de la série littéraire est fixé conformément à l'annexe du présent arrêté.

Article 2 - Les dispositions du présent arrêté entrent en application à la rentrée de l'année scolaire 2012-2013.

Article 3 - Le directeur général de l'enseignement scolaire est chargé de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait le 12 juillet 2011

Pour le ministre de l'éducation nationale, de la jeunesse et de la vie associative
et par délégation,

Le directeur général de l'enseignement scolaire,
Jean-Michel Blanquer

Annexe

Programme de l'enseignement de spécialité de droit et grands enjeux du monde contemporain Classe terminale de la série littéraire

Préambule

La décision de créer un nouvel enseignement, intitulé « droit et grands enjeux du monde contemporain », vise à permettre aux élèves qui choisiront cette spécialité d'élargir leurs perspectives et leurs champs de compétences. Cet enseignement devra avoir une véritable spécificité : il partira du droit positif et de ses effets sur la société. Les grands enjeux du monde contemporain seront abordés non en eux-mêmes, comme certains peuvent l'être dans d'autres matières, mais dans la manière dont ils sont saisis par le droit, lequel peut permettre à la fois d'identifier les problèmes et de percevoir une partie des solutions possibles.

Pour autant, il ne saurait s'agir d'offrir aux élèves l'anticipation d'une première année de droit à l'université, ce qui n'est ni possible, ni souhaitable. L'objectif est plus simplement de faire découvrir le droit, le rôle social qui est le sien - son respect n'est-il pas la seule alternative à la violence ou à la loi du plus fort ? -, ainsi que la méthode, qui se veut rigoureuse, par laquelle il aborde et traite les questions dont il est saisi.

C'est dans cet esprit, et afin de faciliter cette découverte, que l'on a pris le parti, par différence avec ce qui se fait le plus souvent à l'université, d'une démarche inductive qui va du particulier au général.

Les thèmes retenus couvrent les concepts majeurs du droit et certains des grands enjeux du monde contemporain tels que le droit les aborde. Ces thèmes mettent en scène des situations réelles afin de montrer comment le droit y est présent et avec quels instruments, quels résultats et quelles limites il y répond.

Cette démarche exigeante suppose, pour être enseignée, des qualifications juridiques particulières. Dès lors que

cette condition sera remplie, ce nouvel enseignement apportera aux élèves qui l'auront choisi une compréhension réaliste des problèmes que traite le droit et, une fois acquis les éléments de connaissances indispensables, leur permettra d'exercer leur esprit critique en portant un jugement éclairé sur les solutions apportées par le droit. L'évaluation finale de l'enseignement portera sur la connaissance et la compréhension d'un certain nombre de thèmes et de notions découverts au cours de l'année.

Introduction : les fonctions, les formations et les métiers du droit

Lors de la séance introductive, on s'attachera à mettre en avant la nature et la fonction du droit. De ce point de vue, on montrera aux élèves en quel sens le droit rythme la vie des personnes en soulignant par exemple ses multiples usages et recours dans la vie quotidienne.

Cette séance liminaire sera également l'occasion de porter à la connaissance des élèves l'existence du site officiel Légifrance dédié à la publication des textes légaux et à la diffusion des décisions juridiques de droit français.

À partir d'un ou deux exemples - dont l'un sera choisi parmi les métiers du droit réputés méconnus (comme les huissiers) - on évoquera enfin les fonctions et les caractéristiques des métiers du droit ainsi que les parcours de formation permettant d'y accéder. Sans souci d'exhaustivité, on montrera l'importance et la diversification croissante des métiers du droit ainsi que les principales caractéristiques des formations spécialisées conduisant à ces métiers.

1. Les instruments du droit

| Thèmes | Notions | Indications pour la mise en œuvre |
|-----------------------------|---|---|
| 1.1 La loi | Expression de la volonté générale Lois constitutionnelle, organique, ordinaire Code Principe de légalité | Par des exemples qui peuvent être choisis dans les champs les plus divers, on montrera que la loi est nécessaire à la liberté, pour lui permettre de s'exercer pleinement : liberté de la presse ou liberté d'association pourront constituer les illustrations appropriées de ce principe. Il s'agira également de montrer que la loi est indispensable pour fixer des principes qui s'imposent à tous. Le champ de la responsabilité, envisagé par exemple à travers l'article 1382 du code civil, peut offrir à cet égard une grande diversité d'exemples et de situations. On montrera enfin que les règles et les normes fixées par la loi ont pour but tantôt de prescrire (ainsi le droit à une formation scolaire prévu par le code de l'éducation), tantôt d'interdire (par exemple l'interdiction de commettre une infraction, à l'exemple du vol, puni par l'article 311-3 du code pénal). |
| 1.2 La jurisprudence | Décision de justice Juridiction Source de droit | À partir d'exemples précis, on expliquera ce que sont les décisions de justice et on montrera leur importance dans l'application du droit (interprétation de la loi) ou même dans la création du droit (lorsqu'il faut compléter |

| | | |
|-------------------------------------|--|---|
| | | <p>la loi) car le juge ne peut refuser de juger « sous prétexte du silence, de l'obscurité ou de l'insuffisance de la loi » sous peine de « déni de justice » (art. 4 du code civil). Ainsi, la faculté, en se constituant partie civile, d'obliger le ministère public à déclencher des poursuites pénales a d'abord été consacrée par la chambre criminelle de la Cour de cassation (Cass. crim. 8 décembre 1906) avant de l'être par la loi (art.1, al. 2 du code de procédure pénale).</p> <p>On mettra en lumière l'importance de certains arrêts des plus hautes juridictions (Conseil d'État, Cour de cassation) tout en expliquant que traditionnellement, dans notre système de droit dit « codifié », la jurisprudence ne joue pas le même rôle fondateur que dans les pays de « common law ».</p> <p>On expliquera à l'aide d'exemples le phénomène des revirements de jurisprudence en mettant en lumière la nécessité d'un droit souple, adapté aux évolutions sociales, politiques et économiques.</p> |
| <p>1.3 Le contrat</p> | <p>Accord de volonté Obligations contractuelles Nullité du contrat</p> | <p>En s'appuyant sur des exemples empruntés à la vie quotidienne (bail, contrat de vente d'un objet courant, etc.), on mettra en évidence les principes du droit des contrats : acte juridique qui crée des obligations contractuelles, un contrat ou « convention » est une manifestation de l'autonomie de la volonté individuelle mais la liberté des parties contractantes est encadrée par la loi qui leur donne « force obligatoire » (art. 1134 du code civil).</p> <p>Les parties disposent en théorie d'une grande liberté de rédiger leurs propres clauses contractuelles, même si, en pratique, un contractant professionnel présente souvent à l'autre (par exemple un consommateur) un modèle de contrat avec ses propres conditions, parfois difficilement négociables.</p> <p>Selon la nature du contrat et les objectifs poursuivis par le législateur dans la matière considérée, la loi encadre plus ou moins strictement la liberté contractuelle (on pourra ainsi recourir à la comparaison de types de contrats : contrat de cession d'un véhicule d'occasion entre particuliers ; contrat de bail d'habitation, soumis aux dispositions de la loi du 6 juillet 1989 tendant à améliorer les rapports locatifs).</p> |
| <p>1.4 La responsabilité</p> | <p>La responsabilité,</p> | <p>On s'attachera ici, à partir d'exemples concrets (un</p> |

| | | |
|--|---|--|
| | <p>contrepartie de la liberté Responsabilité civile Responsabilité pénale Responsabilité administrative</p> | <p>élève en frappe volontairement un autre et le blesse au sein d'un établissement scolaire en l'absence de tout responsable), à présenter plusieurs aspects de la responsabilité : la responsabilité civile (c'est ainsi que la victime aura droit à être indemnisée par l'auteur d'un dommage) ; la responsabilité pénale ; la responsabilité administrative.</p> <p>On montrera que c'est alors tout le dommage qui doit être indemnisé : dommage moral (réparation pécuniaire), dommage physique (« pretium doloris », le prix de la douleur), dommage matériel (frais médicaux, de transports, etc.).</p> <p>C'est au juge qu'il revient de constater ou d'évaluer le dommage puis de déterminer qui doit l'indemniser. La victime peut s'être préalablement assurée, ce qui garantit l'effectivité de l'indemnisation.</p> |
|--|---|--|

2. Des sujets du droit

| Thèmes | Notions | Indications pour la mise en œuvre |
|-------------------------------|---|--|
| <p>2.1 La personne</p> | <p>Sujet de droit Capacité Personne physique/ personne morale</p> | <p>En partant de la double signification du terme latin « persona », utilisé par les juristes romains pour désigner l'homme en général mais aussi l'acteur de la vie juridique, sujet de droits, et en recourant à des exemples puisés dans la vie quotidienne, on montrera que la personne est au centre de la tradition juridique française, bien illustrée par le Livre premier du code civil intitulé : « Des personnes ». Les droits de la personnalité (règles relatives au respect de la vie privée, aux noms et prénoms, au domicile, aux actes de l'état civil, à la détermination des incapacités et à la protection des incapables), les droits de l'homme (libertés civiles/droits fondamentaux) reflètent l'importance de ce courant philosophique et juridique qui consacre la primauté de l'individu et donc de la personne en elle-même, corps et âme.</p> <p>On distinguera les personnes morales, qui ont aussi une personnalité juridique (associations, sociétés, groupements d'intérêt économique, syndicats, État, collectivités territoriales). Titulaires de droits et d'obligations, elles sont soumises à des régimes juridiques divers.</p> |

| | | |
|----------------------------|---|--|
| 2.2 Le justiciable | Requête Parties Aide juridictionnelle | Dans une démarche qui s'appuiera par exemple sur le déroulement concret d'un procès, on montrera comment la personne peut chercher à obtenir justice (demandeur) ou être appelée en justice pour y être jugée (défendeur). Quels sont ses droits et ses devoirs ? Qu'est-ce qui vaut comme preuve ? Comment se déroule une procédure juridictionnelle ? On s'attachera à évoquer ce que peut être le coût d'un procès ainsi que les possibilités d'accès à l'aide juridictionnelle. Quelles sont les conditions d'accès aux tribunaux et les conditions de recevabilité des demandes ? Quelles sont les parties à une instance ? Quel est le rôle des témoins ? On évoquera enfin les problèmes liés à l'exécution des décisions de justice. |
| 2.3 Le travailleur | Droit du travail Conventions collectives Liberté du travail Contrat de travail Droit de grève Droit syndical | On prendra les principales composantes du droit du travail en les illustrant par des exemples concrets. Ainsi, l'examen de la diversité des contrats de travail dans une entreprise, des plus précaires aux plus stables, des plus souples aux plus codifiés, permettra de mettre en évidence les obligations diverses des salariés et des employeurs. La réflexion portera également sur les tensions qui peuvent exister en lien avec la mise en œuvre du contrat de travail mais aussi avec l'exercice des droits et des protections des travailleurs, qui doit se combiner en permanence avec les contraintes de la production, la liberté du travail et le droit de grève. |
| 2.4 Le propriétaire | Droit de propriété Propriété corporelle/incorporelle Expropriation | On partira d'exemples liés à l'internationalisation, tels que la diffusion de la contrefaçon dans le monde, pour montrer la diversité tant de l'objet du droit de propriété (propriétés corporelles ou incorporelles) que de son régime (propriété littéraire et artistique, droit des brevets, droit des marques, etc.). On évoquera la diversité des atteintes au droit de propriété et des moyens de lutter contre celles-ci. |
| 2.5 L'entreprise | Dirigeant Sociétés Règles de concurrence | La notion d'entreprise renvoie à différents statuts juridiques (sociétés, associations, coopératives, mutuelles, etc.) dont on évoquera les implications en termes de capacités d'action, par exemple à travers l'exemple des transformations juridiques successives d'une société en plein essor. On soulignera que le |

| | | |
|--|---|--|
| | | <p>droit constitue également un outil stratégique en vue de la régulation des marchés : d'une part, l'entrepreneur est tenu de respecter des règles encadrant son activité dans les domaines de la concurrence, du travail, de l'environnement ou de la publicité ; d'autre part, il peut bénéficier de la protection du droit pour mener son activité (on pourra prendre l'exemple de la propriété intellectuelle à partir des brevets).</p> |
| <p>2.6 L'évolution de la famille</p> | <p>Couple (mariage, Pacs, union libre) Divorce Filiation (naturelle ou adoptive) Donation, héritage</p> | <p>Après avoir constaté l'absence de définition de la famille, on montrera, par une analyse juridique et historique, qu'elle a profondément évolué et qu'elle est devenue multiforme (famille biologique, adoptive, monoparentale, homoparentale, recomposée, nucléaire, élargie) et on proposera aux élèves d'en rechercher une définition.</p> <p>On évoquera, à l'aide d'exemples, les grands domaines du droit de la famille ainsi que leur évolution : le couple et le droit, la filiation, les droits de l'enfant (y compris dans leur dimension internationale).</p> <p>On pourra montrer le rôle du juge aux affaires familiales (JAF) en matière de divorce et de séparation de corps, d'attribution et d'exercice de l'autorité parentale, de fixation et de révision des obligations alimentaires.</p> <p>Enfin, on pourra évoquer la transmission des patrimoines au décès d'une personne, en rappelant qu'elle est régie par le droit des successions. On en précisera l'un des principes essentiels : réserve héréditaire, répartition égalitaire entre les enfants.</p> |
| <p>2.7 Le sexe et le droit</p> | <p>Majorité sexuelle ou âge du consentement Délits et crimes sexuels Homophobie ou discrimination</p> | <p>On montrera comment la reconnaissance du principe de liberté dans ce domaine n'empêche pas le droit de jouer un rôle important, dans sa dimension civile mais aussi pénale.</p> <p>On pourra partir d'une analyse juridique et historique des dispositions qui régissent la sexualité des jeunes ainsi que les relations entre mineurs et majeurs.</p> <p>On évoquera les délits et les crimes sexuels (agression, harcèlement, inceste, pédophilie, « tourisme sexuel », viol).</p> |
| <p>2.8 La vie, le corps, la santé</p> | <p>Choses et personnes Inviolabilité</p> | <p>On partira de l'état actuel du droit positif en ce qui concerne la protection du corps humain, de la</p> |

| | | |
|--|--|---|
| | Indisponibilité Dignité Bioéthique | naissance à la mort du sujet, tout en mettant en valeur ce qui distingue la situation des « corps » auxquels on ne reconnaît pas le statut de personne (IVG, funérailles, statut juridique des cadavres). Le cours sera aussi l'occasion d'explicitier la portée juridique de quelques grands enjeux actuels (procréation assistée, euthanasie, dons et ventes d'organes). On pourra se poser en termes juridiques la question : quand commence la vie et quand finit-elle ? |
| 2.9 Égalité et lutte contre les discriminations | Égalité Différences Discriminations | On partira de l'étude d'un cas de discrimination, par exemple dans l'accès au logement, au travail ou à un lieu public et l'on pourra, à cette occasion, évoquer le déploiement récent de nouveaux moyens de lutte contre les discriminations (Halde puis Défenseur des droits). |
| 2.10 Internet et le droit | Liberté de communication Communications électroniques Respect de la vie privée | Plus de 86 % des Français disposent aujourd'hui d'un téléphone portable. La plupart d'entre eux peuvent ainsi photographier ou filmer. Cela peut renforcer la liberté et la sécurité (par exemple, lorsque sont prises des images d'une agression qui, sans elles, aurait pu rester impunie). Mais cela peut aussi menacer droit d'auteur, liberté et respect de la vie privée (par exemple, si sont prises des photos gênantes, ou simplement ridicules, diffusées par exemple sur Facebook). De plus, des sites interdits en France (racistes, pédophiles, terroristes, etc.) peuvent être rendus accessibles à partir d'une localisation inconnue. Comment y réagir ? Quels outils juridiques permettent de lutter contre une telle situation ? Enfin, un site, WikiLeaks, s'est rendu célèbre en rendant publics des documents confidentiels d'origine gouvernementale. Est-il un danger pour la sécurité des États, l'efficacité de leur lutte contre le terrorisme ou, plus simplement, l'harmonie de leurs relations internationales ? |
| 2.11 L'auteur d'une infraction | Infractions : contravention, délit, crime Action publique Action civile Sanctions | On partira de l'étude d'un cas, construit à partir d'un scénario simplifié - à titre d'exemple, la situation d'un élève de lycée dont le véhicule est contrôlé par les services de police et dont il s'avère qu'il conduisait sans permis et en situation d'excès de vitesse. Ceci permettra d'évoquer la notion d'infraction et ses |

différentes classifications, le déroulement d'une procédure pénale à partir des différentes phases de l'enquête policière, de l'instruction et du jugement. Il importe de s'attacher à la bonne compréhension par les élèves des règles qui permettent la constatation des infractions, le rassemblement des preuves, la recherche et le jugement des auteurs, en se gardant de toute volonté d'exhaustivité et d'approfondissement jusqu'aux détails d'une procédure.

3. L'organisation du droit

| Thèmes | Notions | Indications pour la mise en œuvre |
|---|--|--|
| 3.1 L'organisation juridictionnelle de la France | Degré de juridiction Siège Parquet | On présentera les structures horizontales (juridictions civiles, pénales, administratives, spécialisées), sans souci d'exhaustivité, ainsi qu'à grands traits les structures verticales de la procédure (première instance, appel, cassation) caractérisant la justice française. On insistera sur la diversité des formes de justice (magistrature professionnelle, juges consulaires, jury), des règles de représentation (avocats, mandataires) ou des modes d'argumentation (conciliation obligatoire, débats, mémoires écrits). |
| 3.2 La Constitution | Pouvoir exécutif Pouvoir législatif La séparation des pouvoirs Démocratie et représentation Contrôle de constitutionnalité | On pourra partir de l'analyse du processus d'élaboration et d'adoption d'un texte législatif (ainsi, par exemple, la loi portant réforme des retraites de novembre 2010) pour mettre en lumière les acteurs qui interviennent dans ce processus (Président de la République, Gouvernement, deux chambres du Parlement) ainsi que leurs modes d'intervention. On mettra en valeur, d'un côté, les organes qui exercent les différents pouvoirs reconnus dans la République, leur mode de désignation (élections) et leurs relations, de l'autre, les compétences qui sont les leurs et la hiérarchie des normes. Une attention particulière sera accordée aux conditions actuelles d'exercice du pouvoir national dans un cadre à la fois décentralisé (collectivités territoriales) et supranational (la République française dans l'Union européenne). Un nouveau contrôle de constitutionnalité, la question |

| | | |
|---|---|---|
| | | <p>prioritaire de constitutionnalité (QPC), a été introduit par la révision constitutionnelle de juillet 2008 et s'applique depuis le 1er mars 2010. On montrera ainsi les différences entre la QPC et les modalités plus anciennes du contrôle de constitutionnalité.</p> |
| <p>3.3 Les relations internationales et le droit</p> | <p>État Souveraineté Non-ingérence Convention Traité Cour internationale de justice (CIJ)</p> | <p>On partira d'exemples concrets pour mettre en évidence le principe de souveraineté des États ainsi que les limitations apportées à celle-ci par le droit international ainsi que par l'appartenance à des organisations internationales. On pourra aussi évoquer le cas d'un pays européen - le Bélarus - qui, à l'abri de sa souveraineté, demeure dictatorial, ou les problèmes comme la lutte contre la prolifération nucléaire, pour illustrer l'étendue contemporaine de la souveraineté et les efforts réalisés pour l'encadrer davantage.</p> <p>Après une brève analyse des principes généraux du droit des traités, on étudiera un cas concret de négociation, de ratification (ou de non-ratification) et d'application d'un traité ou d'une convention internationale, en mettant l'accent sur la spécificité du droit international qui est en principe supérieur au droit national, mais qui ne dispose pas toujours d'un juge apte à le faire respecter.</p> |
| <p>3.4 Une gouvernance mondiale ?</p> | <p>Sommets Organisations non gouvernementales (ONG) Agences La diplomatie des « clubs » (G8, G20)</p> | <p>Au-delà du développement des relations internationales, la mondialisation économique et la montée de nouveaux risques ont fait apparaître l'idée d'une « gouvernance mondiale » qui, sans avoir le caractère centralisé d'un gouvernement, influence notablement l'action publique et les normes juridiques. On pourra partir de l'analyse des transformations et des développements des institutions économiques internationales (FMI, Banque mondiale, OMC, OIT) pour montrer comment apparaissent quelques éléments de politiques publiques transnationales et/ou mondiales qui sont de plus en plus au cœur des grands sommets internationaux et des « clubs » qui les organisent. Cette « globalisation » du politique ne concerne pas seulement les États. Elle s'accompagne aussi d'un rôle de plus en plus grand des ONG.</p> |
| <p>3.5 Questions mondiales et réponses internationales</p> | <p>Droit dur et droit mou Principes</p> | <p>L'étude de la négociation et de la ratification de divers traités et conventions permettra de montrer comment,</p> |

| | | |
|--|--|---|
| (environnement-climat, dette, fiscalité, criminalité, flux migratoires) | Recommandations Sanctions | d'un côté, certaines questions sont reconnues comme des enjeux mondiaux alors que leur traitement relève d'accords internationaux dont les États, s'ils y souscrivent, donnent des interprétations qui peuvent rester profondément divergentes. On opérera un choix parmi les thèmes proposés afin d'approfondir l'un d'entre eux. |
| 3.6 La protection européenne des droits de l'homme | Conseil de l'Europe Convention européenne de sauvegarde des droits de l'homme (CESDH) Cour européenne des droits de l'homme (CEDH) Requête individuelle Condamnation d'un État | Pour montrer les progrès accomplis en matière de protection des droits de l'homme dans le cadre européen, on pourra partir de l'arrêt Tomasi pris par la Cour européenne des droits de l'homme le 27 août 1992, portant sur des allégations de mauvais traitements contre un gardé à vue. Sachant combien il est difficile pour la victime d'apporter la preuve de violences policières éventuelles, la Cour a adopté une position favorable à une meilleure protection des droits de l'homme : si, au terme d'une garde à vue, l'intéressé présente des traces de violences, la police sera présumée les avoir commises, sauf à ce qu'elle soit en mesure d'apporter la preuve contraire. Ce renversement du fardeau de la preuve a suffi à faire disparaître ce type de violences dans pratiquement toute l'Europe. On peut également prendre l'exemple du « droit à un procès équitable » (article 6 de la CESDH) qui implique, notamment, le respect d'un délai raisonnable, la garantie de l'impartialité des juges, la consécration des droits de la défense, l'exigence d'un équilibre dans les moyens des parties, etc. |
| 3.7 Le droit de l'Union européenne | Traités Règlements/directives Institutions politiques européennes Cour de justice de l'Union européenne (CJUE) | On montrera, à partir d'exemples, la diversité des sources de ce droit : traités (droit primaire), droit dérivé, pratique institutionnelle et jurisprudence de la Cour de justice de l'Union européenne. On expliquera que l'Union est désormais fondée sur deux traités : le traité sur l'Union européenne (TUE) et le traité sur le fonctionnement de l'Union européenne (TFUE). Le droit de l'Union dérivé est de nature variable : règlements, directives, décisions, recommandations, avis. On expliquera la différence entre le règlement, qui s'applique directement dans l'ordre interne des États membres, et la directive, que les États doivent « transposer » dans leur ordre interne. |

Le respect du droit de l'Union est assuré par la Cour de justice de l'Union européenne. Ce contrôle juridictionnel peut être illustré par l'exemple de la chasse. D'un côté, une directive européenne sur les espèces protégées limite la chasse de certains oiseaux. D'un autre côté, celle-ci est traditionnelle dans certaines régions françaises et la loi nationale a décidé de dates d'ouverture plus complaisantes pour les chasseurs. Cette loi a été écartée, par les juges français, comme contraire au droit de l'Union. La singularité du système tient ainsi à ce que s'il existe un juge européen (la Cour de Luxembourg), tous les juges nationaux sont, en même temps, juges du droit de l'Union européenne qu'ils contribuent à faire respecter. En cas de doute sur la portée d'une norme européenne, ils peuvent interroger la CJUE par la voie d'une « question préjudicielle ». Enfin, la CJUE est seule compétente pour, à la demande des États membres, faire respecter les traités par les autorités de l'Union elles-mêmes (Commission, Parlement, etc.).

Enseignement spécifique de littérature de la série littéraire - classe terminale

NOR : MENE1119471A

arrêté du 12-7-2011 - J.O. du 20-9-2011

MEN - DGESCO A3-1

Vu code de l'éducation ; arrêté du 27-1-2010 modifié ; avis du CSE du 9-6-2011

Article 1 - Le programme de l'enseignement de littérature en classe terminale de la série littéraire est fixé conformément à l'annexe du présent arrêté.

Article 2 - Les dispositions du présent arrêté entrent en application à la rentrée de l'année scolaire 2012-2013.

Article 3 - L'arrêté du 20 juillet 2001 fixant le programme de l'enseignement de littérature en classe terminale de la série littéraire est abrogé à compter de la rentrée de l'année scolaire 2012-2013.

Article 4 - Le directeur général de l'enseignement scolaire est chargé de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait le 12 juillet 2011

Pour le ministre de l'éducation nationale, de la jeunesse et de la vie associative
et par délégation,

Le directeur général de l'enseignement scolaire,
Jean-Michel Blanquer

Annexe

Programme de l'enseignement spécifique de littérature Classe terminale de la série L

Préambule

Finalités

Au cœur de la série L, l'enseignement de littérature en terminale a pour finalité d'enrichir et de consolider une culture littéraire et humaniste, ouverte sur les problématiques du monde contemporain.

Cet enseignement prolonge, en les spécialisant, les objets d'étude des classes de seconde et première. Il contribue également à préparer les élèves à des études supérieures dans divers secteurs disciplinaires du champ des lettres et sciences humaines et à développer chez eux des compétences indispensables à la formation de l'homme et du citoyen.

Dans un esprit de continuité avec l'enseignement d'exploration « Littérature et société » proposé en classe de seconde, il vise à :

- diversifier les approches du texte littéraire ;
- enrichir le dialogue de la littérature avec d'autres langages artistiques et d'autres disciplines ;
- former des lecteurs avertis, informés et curieux, capables de prolonger et d'approfondir les acquis scolaires par des réflexions et des lectures personnelles ;

- développer le jugement, l'esprit critique et l'autonomie des élèves ;
- explorer des problématiques liées à la place de la littérature dans la société contemporaine et donner un aperçu de la variété des secteurs professionnels auxquels les études littéraires donnent accès.

Compétences générales

Les connaissances et les capacités visées par cet enseignement sont celles que l'on peut attendre aujourd'hui de jeunes gens formés dans la voie littéraire. Elles s'inscrivent dans un cadre plus général, celui des compétences auxquelles contribue l'ensemble de la formation en lettres reçue au lycée et qui peuvent se définir de la manière suivante :

- Connaissance d'œuvres littéraires et artistiques variées :
 - . capacité à lire et à enrichir sa culture de manière autonome et personnelle,
 - . capacité à mobiliser ses connaissances à des fins d'analyse, d'interprétation et de comparaison,
 - . capacité à développer son esprit de finesse et d'analogie pour apprécier les œuvres ;
- Acquisition des repères nécessaires à la compréhension des œuvres littéraires dans leur contexte esthétique, culturel, et social :
 - . capacité à situer les œuvres par rapport à ces courants littéraires et artistiques,
 - . capacité à identifier des formes, des traits de style, des phénomènes de reprise ou de variation permettant d'entrer dans le dialogue qu'entretiennent les œuvres entre elles,
 - . capacité à construire des repères pour comprendre la portée d'une œuvre dans son époque et en approfondir l'interprétation ;
- Développement d'une approche interdisciplinaire des productions humaines :
 - . capacité à ordonner et à mobiliser une culture générale mettant en jeu des savoirs divers et un esprit d'ouverture,
 - . capacité à mettre en perspective les œuvres du passé et du présent et à porter sur elles un jugement instruit ;
- Connaissance de différents langages et formes d'expression artistique, notamment ceux de l'image fixe ou animée :
 - . capacité à établir des relations entre des œuvres relevant de différents arts,
 - . capacité à entrer dans les structures d'un imaginaire et dans un processus de création,
 - . capacité à développer sa propre imagination et son inventivité ;
- Connaissance de différents médias, entendus comme moyens d'accès à l'information, à la documentation et au savoir :
 - . capacité à se documenter de manière pertinente, autonome et responsable,
 - . aptitude à tenir compte, dans l'interprétation des textes, de la nature des supports de communication utilisés,
 - . capacité à sélectionner et à hiérarchiser les informations pour les mettre au service de la connaissance, de l'argumentation et de la communication,
 - . capacité à synthétiser l'information et à la transposer dans des contextes nouveaux ;
- Connaissance approfondie de la langue et de ses usages, exercée par l'étude et par la pratique de diverses formes d'expression :
 - . aptitude à s'exprimer avec aisance et de manière nuancée, précise et convaincante, à l'écrit comme à l'oral,
 - . capacité à formuler et à justifier ses goûts et ses opinions,
 - . capacité à mettre en forme et à exposer ses travaux.

L'acquisition de ces connaissances et de ces capacités va de pair avec des attitudes intellectuelles qui se caractérisent par la curiosité, le goût pour la recherche, l'ouverture d'esprit, l'aptitude à l'échange, l'intérêt pour la relation humaine, l'appropriation personnelle des savoirs et la créativité : autant d'attitudes indispensables à une approche fine et nuancée des œuvres littéraires et des productions humaines en général.

Mise en œuvre et démarches

La mise en œuvre de l'enseignement de littérature en classe terminale s'inscrit dans la continuité des activités et des méthodes pratiquées durant les premières années de lycée. Le choix de limiter le programme à deux domaines d'étude autorise le professeur à organiser avec souplesse, dans le cadre de sa liberté pédagogique, des séquences

d'enseignement fondées sur une problématique littéraire cohérente, permettant aux élèves d'envisager des prolongements et des approfondissements. Pour cela, le professeur veille notamment à :

- proposer des lectures variées selon les formes déjà connues des élèves (lecture analytique, lecture cursive, lectures complémentaires en correspondance) ;
- diversifier les situations d'expression écrite et orale, sans se limiter à celles qui permettront d'évaluer les élèves à l'examen de fin d'année ;
- poursuivre le travail sur la langue pour permettre une approche fine, nuancée et rigoureuse des textes et des œuvres ;
- encourager l'exploitation de toute la palette des ressources documentaires et numériques, en développant notamment des projets en partenariat avec le professeur documentaliste ;
- créer des liens avec les travaux effectués dans d'autres disciplines, en se rapprochant en particulier des professeurs de langues vivantes et de philosophie.

Programme

Présentation

Le programme de terminale explore des questions essentielles à la compréhension des œuvres et du phénomène de création littéraire.

D'une part, il engage les élèves à réfléchir aux liens particuliers qui unissent les œuvres entre elles, qu'elles appartiennent au seul champ de la littérature ou qu'elles associent plusieurs modes d'expression artistique ; d'autre part, il les incite à développer des connaissances sur les contextes de production et de réception des œuvres.

En attirant l'attention des élèves sur l'ensemble du processus de création, on leur fait appréhender l'œuvre littéraire comme une dynamique complexe, ancrée dans une réalité humaine et sociale, passée ou contemporaine, et l'on favorise sa mise en perspective au sein du débat culturel, social ou politique.

Le programme fixe deux domaines d'étude choisis pour l'amplitude et la variété des champs d'investigation qu'ils autorisent. Toutefois, il n'est pas demandé de traiter ces deux domaines dans la totalité des perspectives qu'ils offrent. Un programme limitatif d'œuvres, en lien avec chaque domaine d'étude, fait l'objet d'une publication au Bulletin officiel du ministère de l'éducation nationale, de la jeunesse et de la vie associative : il est renouvelé par moitié tous les ans et constitue un ancrage à la réflexion sur le domaine étudié - sans pour autant limiter l'espace des connaissances possibles à faire acquérir aux élèves. Un bref texte d'orientation explicitera la perspective choisie et le périmètre de l'étude. Il pourra comporter quelques recommandations de lectures complémentaires.

Domaines d'étude

1. Littérature et langages de l'image

Le dialogue entre les œuvres

Le domaine d'étude « Littérature et langages de l'image » s'inscrit dans le prolongement du travail sur la littérature et l'image réalisé au cours des années précédentes. En classe de première, les objets d'étude orientent déjà la réflexion des élèves vers la découverte des correspondances et des rapports complexes établis entre les textes littéraires et les œuvres d'art en général, ainsi que vers l'éducation aux langages de l'image et des médias. Ces perspectives d'ouverture sont reprises en classe terminale, où l'on souhaite conduire les élèves vers l'étude précise des liens et des échanges qu'entretiennent des formes d'expression artistiques différentes, relevant de la littérature et de l'image. Ce travail sur le dialogue entre les œuvres, qu'il soit de l'ordre du commentaire, de l'imbrication, de la fusion ou de l'adaptation, amène les élèves à prendre conscience de l'ensemble des relations qui se tissent entre la littérature et les langages visuels et audiovisuels.

On retrouve ici l'esprit de l'enseignement « Littérature et société » : il s'agit d'explorer le champ des études littéraires, en mettant en valeur les relations qu'entretiennent les lettres avec d'autres disciplines artistiques et le rôle majeur qu'elles jouent dans la formation de l'homme et du citoyen. En permettant ces regards croisés sur les œuvres, les disciplines et les modes de réception qui leur sont liés, ce domaine d'étude invite les élèves à une réflexion

féconde sur les différentes formes de création artistique et sur la manière dont elles touchent leur public ; mais il les conduit aussi à une analyse critique des langages, des discours, de leurs articulations et de leurs évolutions, qui relève bien des enjeux fondamentaux des études de lettres.

Objectifs

L'objectif général est de permettre aux élèves de mettre en regard œuvres littéraires et œuvres relevant des différents langages de l'image. Ils étudieront donc les relations entre ces deux formes de création, leurs différences, leurs correspondances, leurs complémentarités, leurs interactions.

Dans la pratique, et selon les œuvres et les perspectives retenues dans le programme de l'année, les objectifs à atteindre sont les suivants :

- développer la sensibilité et la conscience esthétique des élèves face à l'œuvre d'art ;
- appréhender les genres visuels et audiovisuels en parallèle avec l'étude des genres littéraires et faire réfléchir les élèves sur leurs relations ;
- ancrer les œuvres dans leur contexte par l'approche de grands mouvements culturels pour faire ressortir les liens entre la littérature et les autres arts ;
- élargir éventuellement la réflexion aux autres formes de langages visuels tels qu'ils sont présents dans la société aujourd'hui (télévision, vidéo, multimédia) pour en comprendre les significations, les effets et les enjeux culturels, voire politiques et sociaux.

Compétences visées

Le travail sur ce domaine d'étude doit permettre le développement et l'approfondissement par les élèves de compétences de lecture, d'écriture et d'expression acquises depuis la classe de seconde.

Il s'agit ici principalement de développer leur capacité à :

- lire, comprendre et apprécier les œuvres dans la double perspective de leur singularité et de leur intertextualité ;
- convoquer des outils d'analyse et d'appréciation propres aux formes artistiques rencontrées ;
- comparer, en prenant appui sur un jugement instruit, des œuvres issues de langages différents ; dégager des liens, développer des analogies ;
- mobiliser des repères esthétiques et culturels permettant de faire dialoguer les œuvres, dans leur rapport au monde passé et présent ;
- exercer et cultiver leur sensibilité artistique et leur imagination ;
- exercer leurs capacités d'appréciation et d'invention.

Contenus

Les œuvres inscrites au programme détermineront les perspectives que le professeur sera amené à privilégier.

Compte tenu de la richesse du domaine, il n'est pas nécessaire d'énumérer ici toutes les orientations possibles. On peut cependant envisager quelques grands types de relations qui permettent de construire des passerelles entre littérature et langages de l'image, visuelle ou audiovisuelle. La relation entre l'œuvre littéraire et l'œuvre visuelle peut être plus ou moins étroite :

- Relation d'imbrication, d'osmose. Les deux langages forment un système organique et leur construction procède d'un même principe de création. Inséparables et interdépendants, ils offrent à l'étude une réflexion sur les liens entre deux œuvres qui font corps, tout en impliquant des voies d'accès spécifiques.

Ce sont, par exemple, des œuvres relevant tout à la fois de la poésie et du dessin ou de la peinture, ou éventuellement des ouvrages de bande dessinée inscrits dans un cadre littéraire bien identifié ; plus largement, peuvent être étudiées la disposition plastique du texte sur la page, les choix et créations typographiques, calligraphiques, la composition et l'architecture matérielle du livre, etc.

- Relation de composition, d'agrégation. Les œuvres sont reliées dans un processus de signification global qui en infléchit le sens original, mais elles ne sont pas constitutives l'une de l'autre. Si la perception du sens nécessite leur rapprochement, la création, elle, peut être analysée en distinguant leurs singularités.

Ce sont, par exemple, les parcours visuels qui accompagnent certaines œuvres surréalistes, le double ancrage du

texte et de l'image, la pratique du collage ou du montage, etc.

- Relation de commentaire, d'amplification, de dialogue interne ou externe. Les œuvres entretiennent des correspondances d'ordre culturel, thématique, esthétique, génétique mais ne forment pas une composition solidaire. Il peut s'agir de créations d'un même artiste accompagnant a posteriori ou latéralement son travail premier d'un travail second, de nature artistique différente, ou bien d'une création extérieure, en correspondance, qui fait œuvre en elle-même.

Un grand nombre de textes d'écrivains sur la peinture, la photographie ou la sculpture manifestent avec force le lien entre littérature et langages de l'image. De même, les écrits de peintres ou de sculpteurs permettent de mettre en regard le processus de création, pictural par exemple, avec celui de l'œuvre littéraire.

- Relation d'illustration, de transposition ou d'adaptation. Les œuvres sont ici autonomes puisque le transfert complexe d'un langage vers un autre induit cette indépendance. Ce lien d'inspiration, voire de réécriture, est particulièrement actif entre littérature et cinéma, entre littérature et iconographie, mais il existe aussi avec l'univers musical et particulièrement l'opéra. Les réflexions à conduire avec les élèves concernent à la fois les rapprochements entre les deux langages mais aussi leurs spécificités. Autorité de l'œuvre littéraire, impact émotionnel plus fort du cinéma, sollicitations différentes de l'imaginaire, construction du personnage, de la référence, etc. sont autant de sujets soumis à la discussion et à l'analyse. La représentation polysémique du réel au cinéma, par exemple, ne saurait être réduite à une figuration référentielle.

Dans ce cas comme dans le précédent, le statut culturellement codifié du lien est particulièrement soumis aux variations historiques, notamment dans la réception puis la réécriture. Il fait l'objet, le cas échéant, d'un questionnement d'histoire littéraire qui rend l'œuvre à son contexte socioculturel, artistique et théorique.

Mise en œuvre

La prise en compte des objectifs, des perspectives et des compétences visés doit permettre aux professeurs de proposer divers travaux de lecture, d'écriture et d'expression orale qui complètent la préparation à l'examen.

L'ensemble de ces activités orales ou écrites exigent des qualités d'expression, de rigueur et de créativité, ainsi qu'un engagement personnel de l'élève.

Les travaux réalisés pourront consister en écrits d'invention, commentaires, essais critiques, conçus sous des formes variées : imitation, transposition, analyse d'œuvre, pamphlet, manifeste, article, etc. On peut en outre souligner auprès des élèves que les essais critiques en matière de création artistique (peinture, sculpture, cinéma, etc.) supposent une implication et, éventuellement, un engagement polémique de l'énonciateur : l'histoire de l'art, en poésie, en peinture, en musique, au cinéma, au théâtre, est scandée par des querelles successives d'Anciens et de Modernes qui ouvrent la porte à l'innovation et sont à examiner comme éléments de l'histoire culturelle.

L'attention portée au dialogue entre les œuvres trouvera tout naturellement dans les ressources numériques et multimédias des auxiliaires précieux. Pour l'étude du texte comme pour celle de l'image ou du son, ces ressources offrent des perspectives d'enrichissement, d'approche et d'analyse que le professeur pourra exploiter largement, en particulier dans une visée comparatiste.

2. Lire-écrire-publier

L'œuvre littéraire : un processus complexe

Le domaine d'étude « Lire-écrire-publier » permet d'enrichir l'approche des œuvres par la prise en compte des processus que mettent en jeu leur création, leur lecture et leur circulation. Il s'agit d'inviter les élèves à une compréhension plus complète du fait littéraire, en les rendant sensibles, à partir d'une œuvre, et pour contribuer à son interprétation, à son inscription dans un ensemble de relations, qui intègrent les conditions de sa production comme celles de sa réception et de sa diffusion.

La succession des termes lire-écrire-publier doit être appréhendée comme l'indication d'un continuum dont les différents moments sont en interaction et se déterminent réciproquement. Lecture et écriture sont des phénomènes constitutivement liés. La publication n'est pas seulement le terme du processus d'écriture-lecture, elle en conditionne aussi les formes et le sens. Les modalités d'édition, d'une part, les attentes des lecteurs ou des spectateurs, d'autre

part, déterminent le travail des écrivains, qui écrivent pour être lus, compris ou reconnus ; mais les œuvres contribuent, elles aussi, à redessiner ces attentes et en jouent de diverses manières.

En favorisant de la sorte une étude dynamique de l'œuvre littéraire qui permette sa mise en perspective, à la fois dans sa cohérence propre mais aussi dans son contexte de création, de réception, dans les processus qui engagent son écriture, sa lecture, sa vie même, on cherche à en ouvrir l'interprétation au lieu de privilégier la clôture du texte.

La continuité existe bien entre cette mise en perspective et les ouvertures ménagées par l'enseignement d'exploration « Littérature et société » de la classe de seconde - notamment pour ce qui est de la réflexion sur le choix et l'évolution des supports et sur la manière dont ils conditionnent la production et la réception des textes. La prise en compte du fait littéraire dans plusieurs de ses dimensions, selon des angles et à des moments divers, est une manière d'en élargir la conscience chez les élèves, d'en permettre une compréhension plus complète, plus dynamique et plus riche.

Objectifs

Le travail sur ce domaine a pour objectif l'analyse d'une œuvre dans sa globalité, qui peut aller de sa genèse jusqu'à sa réception. Le but est d'amener les élèves à une approche renouvelée du texte littéraire, en leur montrant que les auteurs créent en situation, que l'interaction avec le lecteur, l'action de publier ou de diffuser une œuvre opèrent des choix, orientent des modes d'écriture et de lecture.

À ce titre, ce domaine permettra d'aborder l'étude d'une œuvre dans sa diversité, en tenant compte en particulier de ses aspects matériels et formels, des avant-textes et des paratextes par exemple ; et de plusieurs points de vue, en l'inscrivant dans son contexte de création et de publication, mais aussi en considérant différents lectures et commentaires critiques qui en ont été proposés à différentes époques. L'un des objectifs principaux est donc de rendre les élèves capables d'une contextualisation articulée à l'interprétation et permettant d'en renforcer la pertinence.

On cherchera ainsi à leur faire appréhender trois moments qui caractérisent la production d'une œuvre littéraire : le moment de la publication par lequel elle accède au statut de texte édité, le moment de la création et celui de la réception. L'objectif, cependant, est de faire prendre conscience que ces trois moments sont étroitement mêlés et qu'ils se déterminent réciproquement, par le processus d'édition notamment qui, tout à la fois, induit des modalités d'écriture et de lecture du texte et en permet la diffusion.

Cette découverte pourra faire appel à trois grandes perspectives critiques qui se rencontrent : celle des études de genèse qui analysent les phases de l'écriture en repérant les éléments dont se compose l'avant-texte (notes préparatoires, scénarios, plans, brouillons, contraintes et stratégies éditoriales) ; celle des études de sociologie de la littérature qui montrent quelles contraintes sociales et économiques pèsent sur toute production littéraire et qui analysent de quelle façon un écrivain est capable de s'inscrire dans le champ littéraire ; celle des études de réception, attentives à l'analyse du processus de lecture et à son historicité - depuis les réactions des contemporains jusqu'aux interprétations proposées par la postérité.

L'étude de ces processus est menée en étroite liaison avec celle du texte lui-même qui en est le point de départ et d'aboutissement et qui en porte les traces, disposant à telle ou telle réception, autorisant telle ou telle lecture, etc.

L'analyse et l'interprétation du texte littéraire restent au centre du travail mené avec les élèves. Il s'agit en somme de leur faire comprendre certains aspects essentiels de la vie d'une œuvre.

Compétences visées

Le travail sur ce domaine d'étude doit permettre le développement et l'approfondissement par les élèves de compétences de lecture, d'écriture et d'expression acquises depuis la classe de seconde.

Il s'agit ici principalement de développer leur capacité à :

- interroger une œuvre selon des perspectives nouvelles et prendre la mesure de facteurs extérieurs tels que les stratégies éditoriales, les dispositifs matériels de publication ou les modalités d'édition ;
- rapporter à l'étude d'une œuvre les éléments de contexte concernant sa genèse et sa réception, afin d'enrichir son interprétation ;

- distinguer textes littéraires et non littéraires et en apprécier la qualité dans une perspective critique, de manière fine, nuancée et argumentée ;
 - explorer et découvrir des processus d'écriture chez les auteurs et les mettre en relation avec ses propres pratiques d'écriture ;
 - utiliser les connaissances et la culture acquises pour apprécier dans la production contemporaine les genres en émergence, les phénomènes de rupture et d'innovation ;
 - explorer et appliquer diverses modalités de lecture, notamment oralisées ou théâtralisées, pour donner corps au texte et en varier les formes d'appropriation ;
 - prendre en compte les aspects matériels et formels de la publication pour produire et présenter ses propres travaux.
- Ainsi, cet enseignement, qui vise à consolider la connaissance du fait littéraire dans sa globalité et dans sa complexité, permet de stimuler chez les élèves le goût de la lecture et de l'écriture et de susciter des comportements de lecteurs avertis, en leur faisant acquérir une conscience critique claire de l'ensemble des phénomènes que recouvrent les actes d'écrire et de lire, tout en invitant à une réflexion sur les pratiques contemporaines de la lecture et de l'écriture.

Contenus

L'intitulé du domaine d'étude invite à considérer trois actes - lire, écrire, publier - qui concourent à l'élaboration d'une œuvre. L'indication de pistes de travail accompagnant le programme définira une perspective d'étude privilégiée. Il n'en reste pas moins qu'il est indispensable de penser l'unité dynamique des trois moments de ce processus d'élaboration et d'en proposer aux élèves une vue d'ensemble.

- La réception : publier-lire

L'étude de la réception de l'œuvre conduit à considérer la manière dont l'œuvre a été lue, à l'époque de sa publication, mais aussi, éventuellement, à d'autres époques : on montre ainsi aux élèves qu'il y a une réelle historicité de la lecture, dont l'appréhension suppose la connaissance d'un contexte de réception et plus particulièrement des facteurs socioculturels qui en déterminent les grands traits, ainsi que des représentations, voire des systèmes d'idées qui orientent la réinterprétation des œuvres. On les rend également sensibles à ce qui, dans l'œuvre même, permet ou suscite cette réception ou ces interprétations. Le fait même que l'œuvre littéraire autorise diverses lectures et s'offre par là aux relectures et aux réécritures sera ainsi mis en évidence. Il est nécessaire, pour comprendre comment l'œuvre s'adresse à un public, d'étudier dans le texte même ce qui renvoie à cette prise en compte des attentes des lecteurs, pour les combler, les décevoir ou en jouer, voire les bouleverser.

Au-delà de ce qui relève manifestement des intentions de l'auteur et de la manière dont le texte escompte une lecture mais aussi en permet d'autres, il sera possible également de prendre en compte les conditions matérielles de la réception : supports, moyens et voies de diffusion, conditions de publication et de promotion d'une œuvre. Ces conditions matérielles peuvent d'ailleurs constituer des déterminations qui interviennent dès la création de l'œuvre - le public visé, la réception attendue, les supports de publication choisis étant présents dans le projet même d'écriture. On pourra ainsi faire comprendre aux élèves que la réception est une dimension qui traverse l'ensemble du processus littéraire et qu'elle relève elle-même d'une étude globale qui intègre les autres moments de la production de l'œuvre.

- La genèse : lire-écrire

Dans la continuité du travail portant sur les réécritures en première L, cette étude permet de questionner la conception des œuvres en tenant compte de leur contexte. Cette ouverture aux éléments contextuels suppose, par exemple, que les règles en usage ou les canons esthétiques dominants, l'inscription dans un genre, les attentes du public et la condition de l'écrivain, mais aussi les idées et conceptions qui forment l'armature de son discours et plus largement le contexte historique et social dans lequel il crée son œuvre, puissent être pris en compte dans l'étude de sa genèse. Il s'agit de rapporter à l'écriture même du texte, considérée comme un processus dont l'œuvre constitue un aboutissement et offre la trace, des éléments de contexte d'ordre esthétique, d'ordre idéologique et d'ordre socio-historique, et de montrer comment la création littéraire se nourrit de ces déterminations et les transcende dans

l'invention d'une œuvre.

On s'intéressera, par exemple, en prenant appui sur l'étude du texte lui-même et selon les œuvres inscrites au programme, au jeu des influences, des références, et aux phénomènes d'intertextualité, mais aussi aux écarts par rapport aux modèles reçus, au travail de l'imagination et de la fiction qui recomposent et déplacent les représentations communes, ou à ce que la création peut faire gagner de complexité et d'ambiguïté aux idées mêmes de l'auteur. On sera ainsi en mesure de faire percevoir aux élèves comment le processus de création emprunte et reconfigure des éléments divers pour façonner une œuvre nouvelle, ayant un langage et une unité propres. L'étude de la genèse peut permettre également de faire mesurer aux élèves le travail d'achèvement progressif qui est à l'œuvre dans la création. L'étude des manuscrits et la comparaison entre plusieurs états du texte, des plans aux esquisses préparatoires, des carnets d'enquête aux différentes versions d'une page ou d'un épisode, contribuent à donner corps à l'idée même de création artistique. Il sera possible à cette occasion de s'intéresser aux pratiques d'écriture collaborative nées du développement des réseaux sur la toile et interroger les notions d'auteur et de propriété intellectuelle.

- La publication : écrire-publier

L'étude des conditions entourant l'édition d'une œuvre invite à considérer la façon dont un écrivain envisage l'aboutissement éditorial de son texte et la façon dont il parvient à résoudre les problèmes posés par cette réalisation matérielle. Parmi les pistes d'analyse possibles, on peut envisager notamment : les contraintes imposées aux éditeurs par la censure morale ou politique, lorsqu'elle s'exerce ; les procès intentés par la justice, à la suite de la publication d'une œuvre considérée comme dangereuse ou immorale ; l'état du système de l'édition à une époque donnée (le marché du livre, la concurrence des éditeurs entre eux, les circuits de diffusion) ; les différents supports de publication qui sont disponibles (le feuilleton et le livre imprimé, l'édition en revue et l'édition en librairie, au XIX^{ème} et au XX^{ème} siècle ; l'édition papier et l'édition électronique, au XXI^{ème} siècle) ; le jeu des négociations entre écrivains et éditeurs, les concessions acceptées ou refusées, de part et d'autre, etc.

Les liens entre lecture et écriture, la détermination de l'écriture elle-même par la prise en compte anticipée de la publication, la manière dont l'édition participe de la production du texte donné à lire au public sont des phénomènes sur lesquels on peut attirer l'attention des élèves, afin de leur faire prendre conscience du caractère complexe d'un processus non linéaire, dont les différents moments sont en constante interaction.

Mise en œuvre

La prise en compte des objectifs, des perspectives et des compétences visés doit permettre aux professeurs de proposer divers travaux de lecture, d'écriture et d'expression orale qui complètent la préparation à l'examen.

L'ensemble de ces activités orales ou écrites exigent des qualités d'expression, de rigueur et de créativité, ainsi qu'un engagement personnel de l'élève.

Le travail d'écriture d'invention, par exemple, amène les élèves à rédiger des comptes rendus critiques ou des articles. Il les entraîne à repérer et analyser les traits essentiels d'une œuvre, à prendre en compte les conditions et le contexte de sa production et de sa réception, à formuler et soutenir un jugement critique. Le compte rendu oral d'une œuvre, pouvant susciter un débat d'idées ou être comparé à des critiques parues dans la presse, permet aux élèves de confronter leurs visions de l'œuvre et d'expérimenter la diversité des lectures possibles d'un même texte. Dans tous les cas, les productions visent à développer le goût et l'esprit critique des lecteurs. La recherche de documents et la mise en œuvre de ces activités nécessitent que le professeur et les élèves travaillent en lien étroit avec le professeur documentaliste.

L'œuvre doit être envisagée dans sa relation avec tout document complémentaire susceptible d'éclairer sa genèse : manuscrits, brouillons, autre œuvre de l'auteur et plus largement tout type d'intertexte - lectures supposées de l'auteur, modèles et influences, subis ou revendiqués.

Cette étude conduit nécessairement à l'appréciation de la forme finale du texte édité. On pourra en particulier réfléchir au choix du titre, éventuellement des titres successifs attribués à l'œuvre et, plus généralement, aux différents « seuils » du texte : préface, avant-propos, avertissement, tout dispositif d'accompagnement des textes imprimés,

couverture, illustrations, chapitrage, quatrième de couverture, etc. Ces éléments permettent en effet de mettre en évidence les contraintes de production de l'œuvre et de rappeler que la perspective de sa réception et les modalités de sa publication conditionnent en partie son écriture.

On initie les élèves à la lecture de textes critiques sur l'œuvre et sur l'auteur, qu'il s'agisse d'extraits d'ouvrages généraux, d'essais ou plus simplement d'articles de presse parus au moment de la publication. Ces derniers pourront être l'occasion de liens avec d'autres disciplines et enseignements, l'histoire notamment et l'histoire des arts. Enfin, ce domaine d'étude fournit l'occasion de familiariser les élèves avec les lieux et les pratiques qui assurent la présence et la diffusion des livres : bibliothèques, librairies, maisons d'édition, salons du livre, sites et émissions littéraires, lectures publiques, colloques ou conférences en lien avec l'université, etc. Toutes les activités qui favorisent la découverte du monde de l'édition et des métiers du livre, l'exploration de nouvelles pratiques de lecture et d'écriture peuvent être rattachées à cet enseignement. Rencontres avec des professionnels de l'édition, ateliers d'écriture animés par un auteur, participations à des salons du livre, au Goncourt des lycéens ou à tout autre jury de prix littéraire, animations de blogs de lecture, lectures critiques et comptes rendus de lecture de magazines littéraires, etc. constituent des occasions de se familiariser avec le livre sous toutes ses formes - depuis les supports les plus traditionnels jusqu'aux nouveaux supports numérisés, bibliothèques en ligne, livres électroniques, lectures en réseau.

Enseignement facultatif d'histoire-géographie de la série scientifique - classe terminale

NOR : MENE1119472A

arrêté du 12-7-2011 - J.O. du 20-9-2011

MEN - DGESCO A3-1

Vu code de l'éducation ; arrêté du 27-1-2010 modifié ; avis du CSE du 9-6-2011

Article 1 - Le programme de l'enseignement facultatif d'histoire-géographie en classe terminale de la série scientifique est fixé conformément à l'annexe du présent arrêté.

Article 2 - Les dispositions du présent arrêté entrent en application à la rentrée de l'année scolaire 2012-2013.

Article 3 - Le directeur général de l'enseignement scolaire est chargé de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait le 12 juillet 2011

Pour le ministre de l'éducation nationale, de la jeunesse et de la vie associative
et par délégation,

Le directeur général de l'enseignement scolaire,
Jean-Michel Blanquer

Annexe

Programme de l'enseignement facultatif d'histoire-géographie Classe terminale de la série scientifique

Des clés historiques et géographiques pour lire le monde

Introduction

Les élèves de la série S qui font le choix de suivre l'enseignement optionnel d'histoire et de géographie en terminale ont l'opportunité d'étudier de nouveaux champs de connaissances nécessaires à la compréhension de notre époque. Ces « clés pour lire le monde » permettent d'enrichir une culture générale historique et géographique et d'approfondir des méthodes utiles à la poursuite d'études supérieures.

Le fil conducteur du programme

Le programme se compose de quatre questions qui associent l'histoire et la géographie, soit en privilégiant des études propres à chaque discipline, soit en proposant une analyse croisée (exemple : « Représentations et cartes du monde depuis l'Antiquité »). Cette conception originale permet de mettre en exergue les convergences entre les deux disciplines autant que leurs démarches spécifiques.

Les questions 1 et 2, consacrées à l'étude de la mondialisation et d'enjeux géopolitiques planétaires, recourent des thèmes traités dans le cadre des programmes d'histoire et de géographie de terminale des séries ES et L.

Les questions 3 et 4 sont abordées selon des approches liées aux objectifs de formation scientifique de la série S : la question 3 « Représenter le monde », qui recoupe partiellement l'une des questions du programme de géographie de la classe de terminale des séries ES et L (« Des cartes pour comprendre le monde »), propose une réflexion critique, notamment sur les techniques de conception et les usages des cartes, des images satellites et des systèmes

d'information géographique. La question 4 « Innovations et sociétés » permet d'aborder de grands enjeux scientifiques de notre temps (l'innovation technologique, la santé, la course à l'espace) dans leurs rapports aux sociétés et aux territoires.

Pour traiter le programme

Ce programme se prête à de nombreuses possibilités d'itinéraires et à une grande diversité de situations d'apprentissage, dans le cadre de la liberté et de la responsabilité pédagogiques du professeur. Il s'agit de traiter trois questions sur les quatre prévues dans le programme. Elles peuvent être abordées dans un ordre différent de celui de leur présentation. Chaque question propose une étude obligatoire, complétée par une étude au choix. Cette organisation très souple, propre au caractère optionnel de cet enseignement, permet d'approfondir un certain nombre d'objectifs méthodologiques :

- la confrontation de situations historiques ou/et géographiques ;
- l'analyse de cartes historiques et géographiques, en prenant appui si possible sur les Tice ;
- la maîtrise de l'expression orale et la construction d'un discours argumenté.

Pour traiter les trois questions choisies, les situations d'apprentissage peuvent notamment prendre appui sur des recherches et des productions personnelles des élèves, qui seront autant d'occasions de développer la capacité à conduire un travail autonome ou au sein d'un groupe et d'apprendre à le communiquer.

Programme

Des clés historiques et géographiques pour lire le monde

On traite trois questions au choix parmi les quatre suivantes.

Question 1 - La mondialisation en fonctionnement

- La mondialisation : processus, acteurs et territoires.
- Une étude au choix parmi les deux suivantes :
 - . un produit dans la mondialisation, du début du XXème siècle à nos jours,
 - . sport, mondialisation et géopolitique depuis les années 1930.

Question 2 - Enjeux et recompositions géopolitiques du monde

- Les chemins de la puissance : les États-Unis et le monde depuis les « 14 points » du Président Wilson (1918).
- Une étude au choix parmi les deux suivantes :
 - . les espaces maritimes aujourd'hui : approche géostratégique,
 - . le Proche et le Moyen-Orient, un foyer de conflits depuis la fin de la Première Guerre mondiale.

Question 3 - Représenter le monde

- Représentations et cartes du monde depuis l'Antiquité.
- Une étude au choix parmi les deux suivantes :
 - . des outils pour la géographie : images satellites ou systèmes d'information géographiques (au choix),
 - . les cartes, enjeux politiques : approche critique.

Question 4 - Innovation et sociétés

- Les territoires de l'innovation dans le monde actuel.
- Une étude au choix parmi les deux suivantes :
 - . la lutte contre les maladies infectieuses depuis Pasteur,
 - . la course à l'espace depuis la Seconde Guerre mondiale.

Enseignement spécifique et de spécialité de mathématiques de la série scientifique - classe terminale

NOR : MENE1119473A

arrêté du 12-7-2011 - J.O. du 20-9-2011

MEN - DGESCO A3-1

Vu code de l'éducation ; arrêté du 27-1-2010 modifié ; avis du CSE du 9-6-2011

Article 1 - Le programme de l'enseignement spécifique et de spécialité de mathématiques en classe terminale de la série scientifique est fixé conformément à l'annexe du présent arrêté.

Article 2 - Les dispositions du présent arrêté entrent en application à la rentrée de l'année scolaire 2012-2013.

Article 3 - L'arrêté du 20 juillet 2001 fixant le programme de l'enseignement de mathématiques en classe terminale de la série scientifique est abrogé à compter de la rentrée de l'année scolaire 2012-2013.

Article 4 - Le directeur général de l'enseignement scolaire est chargé de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait le 12 juillet 2011

Pour le ministre de l'éducation nationale, de la jeunesse et de la vie associative
et par délégation,

Le directeur général de l'enseignement scolaire,
Jean-Michel Blanquer

Annexe

 Programme

Annexe**Programme de l'enseignement spécifique et de spécialité de mathématiques
Classe terminale de la série scientifique**

L'enseignement des mathématiques au collège et au lycée a pour but de donner à chaque élève la culture mathématique indispensable pour sa vie de citoyen et les bases nécessaires à son projet de poursuite d'études. Le cycle terminal de la série S procure un bagage mathématique solide aux élèves désireux de s'engager dans des études supérieures scientifiques, en les formant à la pratique d'une démarche scientifique et en renforçant leur goût pour des activités de recherche.

L'apprentissage des mathématiques cultive des compétences qui facilitent une formation tout au long de la vie et aident à mieux appréhender une société en évolution. Au-delà du cadre scolaire, il s'inscrit dans une perspective de formation de l'individu.

Objectif général

Outre l'apport de nouvelles connaissances, le programme vise le développement des compétences suivantes :

- mettre en œuvre une recherche de façon autonome ;
- mener des raisonnements ;
- avoir une attitude critique vis-à-vis des résultats obtenus ;
- communiquer à l'écrit et à l'oral.

Raisonnement et langage mathématiques

Comme en classe de seconde, les capacités d'argumentation, de rédaction d'une démonstration et de logique font partie intégrante des exigences du cycle terminal.

Les concepts et méthodes relevant de la logique mathématique ne font pas l'objet de cours spécifiques mais prennent naturellement leur place dans tous les champs du programme. Il importe toutefois de prévoir des moments d'institutionnalisation de certains concepts ou types de raisonnement, après que ceux-ci ont été rencontrés plusieurs fois en situation.

De même, le vocabulaire et les notations mathématiques ne sont pas fixés d'emblée, mais sont introduits au cours du traitement d'une question en fonction de leur utilité.

Il convient de prévoir des temps de synthèse, l'objectif étant que ces éléments soient maîtrisés en fin de cycle terminal.

Utilisation d'outils logiciels

L'utilisation de logiciels, d'outils de visualisation et de simulation, de calcul (formel ou scientifique) et de programmation change profondément la nature de l'enseignement en favorisant une démarche d'investigation.

En particulier lors de la résolution de problèmes, l'utilisation de logiciels de calcul formel limite le temps consacré à des calculs très techniques afin de se concentrer sur la mise en place de raisonnements.

L'utilisation de ces outils intervient selon trois modalités :

- par le professeur, en classe, avec un dispositif de visualisation collective ;
- par les élèves, sous forme de travaux pratiques de mathématiques ;
- dans le cadre du travail personnel des élèves hors de la classe.

Diversité de l'activité de l'élève

Les activités proposées en classe et hors du temps scolaire prennent appui sur la résolution de problèmes purement mathématiques ou issus d'autres disciplines. De nature diverse, elles doivent entraîner les élèves à :

- chercher, expérimenter, modéliser, en particulier à l'aide d'outils logiciels ;
- choisir et appliquer des techniques de calcul ;
- mettre en œuvre des algorithmes ;
- raisonner, démontrer, trouver des résultats partiels et les mettre en perspective ;
- expliquer oralement une démarche, communiquer un résultat par oral ou par écrit.

Des éléments d'épistémologie et d'histoire des mathématiques s'insèrent naturellement dans la mise en œuvre du programme. Connaître le nom de quelques mathématiciens célèbres, la période à laquelle ils ont vécu et leur

contribution fait partie intégrante du bagage culturel de tout élève ayant une formation scientifique. La présentation de textes historiques aide à comprendre la genèse et l'évolution de certains concepts.

Fréquents, de longueur raisonnable et de nature variée, les travaux hors du temps scolaire contribuent à la formation des élèves et sont absolument essentiels à leur progression. Ils sont conçus de façon à prendre en compte la diversité et l'hétérogénéité de leurs aptitudes.

Les modes d'évaluation prennent également des formes variées, en phase avec les objectifs poursuivis. En particulier, l'aptitude à mobiliser l'outil informatique dans le cadre de la résolution de problèmes est à évaluer.

Organisation du programme

Le programme fixe les objectifs à atteindre en termes de capacités. Il est conçu pour favoriser une acquisition progressive des notions et leur pérennisation. Son plan n'indique pas la progression à suivre.

À titre indicatif, on pourrait consacrer la moitié du temps à l'analyse, l'autre moitié se répartissant équitablement entre géométrie et probabilités-statistique.

Les capacités attendues indiquent un niveau minimal de maîtrise des contenus en fin de cycle terminal. La formation ne s'y limite pas.

Les capacités attendues dans le domaine de l'algorithmique d'une part et du raisonnement d'autre part sont rappelées en fin de programme. Elles doivent être exercées à l'intérieur de chaque champ du programme.

Plusieurs démonstrations, ayant valeur de modèle, sont repérées par le symbole \square . Certaines sont exigibles et correspondent à des capacités attendues.

De même, les activités de type algorithmique sont signalées par le symbole \diamond .

Les commentaires notés \leftrightarrow distinguent des thèmes pouvant se prêter à des ouvertures interdisciplinaires, en concertation avec les professeurs d'autres disciplines scientifiques.

Quelques propositions d'approfondissement, destinées à des activités dans le cadre de l'accompagnement personnalisé, figurent en italique avec la mention \textcircled{AP} .

1. Analyse

Comme dans les classes précédentes, l'activité mathématique est motivée par la résolution de problèmes. L'un des objectifs du programme est de permettre à l'élève, par une consolidation et un enrichissement des notions relatives aux suites et aux fonctions, d'étudier un plus grand nombre de phénomènes discrets ou continus.

La notion de limite de suite fait l'objet d'une étude approfondie. On prépare ainsi la présentation des limites de fonctions.

L'ensemble des fonctions mobilisables est élargi par l'introduction des fonctions exponentielle, logarithme, sinus et cosinus. La fonction exponentielle intervenant dans différents champs du programme, il est souhaitable de l'introduire assez tôt dans l'année.

Enfin, s'ajoute le nouveau concept d'intégration qui, bien que modestement abordé et développé, demeure un concept fondamental de l'analyse.

L'acquisition d'automatismes de calcul demeure un objectif du programme, cependant, dans le cadre de la résolution de problèmes, on a recours si besoin à un logiciel de calcul formel ou scientifique.

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|---|---|---|
| <p>Suites</p> <p>Raisonnement par récurrence.</p> <p>Limite finie ou infinie d'une suite.</p> <p>Limites et comparaison.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Savoir mener un raisonnement par récurrence. ◇ Dans le cas d'une limite infinie, étant donné une suite croissante (u_n) et un nombre réel A, déterminer à l'aide d'un algorithme un rang à partir duquel u_n est supérieur à A. ▣ Démontrer que si (u_n) et (v_n) sont deux suites telles que : <ul style="list-style-type: none"> - u_n est inférieur ou égal à v_n à partir d'un certain rang ; - u_n tend vers $+\infty$ quand n tend vers $+\infty$; alors v_n tend vers $+\infty$ quand n tend vers $+\infty$. | <p>Ce type de raisonnement intervient tout au long de l'année et pas seulement dans le cadre de l'étude des suites.</p> <p>Pour exprimer que u_n tend vers l quand n tend vers $+\infty$, on dit que : « tout intervalle ouvert contenant l contient toutes les valeurs u_n à partir d'un certain rang ».</p> <p>Pour exprimer que u_n tend vers $+\infty$ quand n tend vers $+\infty$, on dit que : « tout intervalle de la forme $]A, +\infty[$ contient toutes les valeurs u_n à partir d'un certain rang ».</p> <p>Comme en classe de première, il est important de varier les approches et les outils sur lesquels le raisonnement s'appuie.</p> <p>On présente des exemples de suites qui n'ont pas de limite.</p> <p>▣ On démontre que si une suite est croissante et admet pour limite l, alors tous les termes de la suite sont inférieurs ou égaux à l.</p> <p>Le théorème dit « des gendarmes » est admis.</p> |

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|--|--|--|
| <p>Opérations sur les limites.</p> <p>Comportement à l'infini de la suite (q^n), q étant un nombre réel.</p> <p>Suite majorée, minorée, bornée.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Étudier la limite d'une somme, d'un produit ou d'un quotient de deux suites. ▣ Démontrer que la suite (q^n), avec $q > 1$, a pour limite $+\infty$. • Déterminer la limite éventuelle d'une suite géométrique. • Utiliser le théorème de convergence des suites croissantes majorées. | <p>On démontre par récurrence que pour a réel strictement positif et tout entier naturel n : $(1+a)^n \geq 1+na$.</p> <p>On peut étudier des situations où intervient la limite de la somme des premiers termes d'une suite géométrique.</p> <p>Ce théorème est admis.</p> <p>▣ Il est intéressant de démontrer qu'une suite croissante non majorée a pour limite $+\infty$.</p> <p>Des exemples de suites récurrentes, en particulier arithmético-géométriques, sont traités en exercice.</p> <p>◇ Des activités algorithmiques sont menées dans ce cadre.</p> <p>Ⓜ <i>Approximations de réels (π, e, nombre d'or, etc.).</i></p> |
| <p>Limites de fonctions</p> <p>Limite finie ou infinie d'une fonction à l'infini.</p> <p>Limite infinie d'une fonction en un point.</p> <p>Limite d'une somme, d'un produit, d'un quotient ou d'une composée de deux fonctions.</p> <p>Limites et comparaison.</p> <p>Asymptote parallèle à l'un des axes de coordonnées.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Déterminer la limite d'une somme, d'un produit, d'un quotient ou d'une composée de deux fonctions. • Déterminer des limites par minoration, majoration et encadrement. • Interpréter graphiquement les limites obtenues. | <p>Le travail réalisé sur les suites est étendu aux fonctions, sans formalisation excessive. L'objectif essentiel est de permettre aux élèves de s'approprier le concept de limite, tout en leur donnant les techniques de base pour déterminer des limites dans les exemples rencontrés en terminale.</p> <p>La composée de deux fonctions est rencontrée à cette occasion, mais sans théorie générale.</p> |

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|---|---|---|
| <p>Continuité sur un intervalle, théorème des valeurs intermédiaires</p> | <ul style="list-style-type: none"> Exploiter le théorème des valeurs intermédiaires dans le cas où la fonction est strictement monotone, pour résoudre un problème donné. | <p>On se limite à une approche intuitive de la continuité et on admet que les fonctions usuelles sont continues par intervalle. On présente quelques exemples de fonctions non continues, en particulier issus de situations concrètes.</p> <p>Le théorème des valeurs intermédiaires est admis.</p> <p>On convient que les flèches obliques d'un tableau de variation traduisent la continuité et la stricte monotonie de la fonction sur l'intervalle considéré.</p> <p>On admet qu'une fonction dérivable sur un intervalle est continue sur cet intervalle.</p> <p>Ce cas particulier est étendu au cas où f est définie sur un intervalle ouvert ou semi-ouvert, borné ou non, les limites de f aux bornes de l'intervalle étant supposées connues.</p> <p>◇ Des activités algorithmiques sont réalisées dans le cadre de la recherche de solutions de l'équation $f(x) = k$.</p> |
| <p>Calculs de dérivées : compléments</p> | <ul style="list-style-type: none"> Calculer les dérivées des fonctions : $x \mapsto \sqrt{u(x)}$; $x \mapsto (u(x))^n$, n entier relatif non nul ; $x \mapsto e^{u(x)}$; $x \mapsto \ln(u(x))$. Calculer la dérivée d'une fonction $x \mapsto f(ax + b)$ où f est une fonction dérivable, a et b deux nombres réels. | <p>À partir de ces exemples, on met en évidence une expression unifiée de la dérivée de la fonction $x \mapsto f(u(x))$, mais sa connaissance n'est pas une capacité attendue.</p> <p>Les techniques de calcul sont à travailler mais ne doivent pas être un frein à la résolution de problèmes. On a recours si besoin à un logiciel de calcul formel.</p> <p>Ⓐ Exemples de fonctions discontinues, ou à dérivées non continues.</p> |

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|--|---|---|
| <p>Fonctions sinus et cosinus</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Connaître la dérivée des fonctions sinus et cosinus. • Connaître quelques propriétés de ces fonctions, notamment parité et périodicité. • Connaître les représentations graphiques de ces fonctions. | <p>On fait le lien entre le nombre dérivé de la fonction sinus en 0 et la limite en 0 de $\frac{\sin x}{x}$.</p> <p>En dehors des exemples étudiés, aucun développement n'est attendu sur les notions de périodicité et de parité.</p> <p>On fait le lien entre les résultats obtenus en utilisant le cercle trigonométrique et les représentations graphiques des fonctions $x \mapsto \cos x$ et $x \mapsto \sin x$.</p> <p>⇔ [SPC] Ondes progressives sinusoïdales, oscillateur mécanique.</p> |
| <p>Fonction exponentielle</p> <p>Fonction $x \mapsto \exp(x)$.</p> <p>Relation fonctionnelle, notation e^x.</p> | <p>▣ Démontrer l'unicité d'une fonction dérivable sur \mathbf{R}, égale à sa dérivée et qui vaut 1 en 0.</p> <p>▣ Démontrer que $\lim_{x \rightarrow +\infty} e^x = +\infty$ et $\lim_{x \rightarrow -\infty} e^x = 0$.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utiliser la relation fonctionnelle pour transformer une écriture. • Connaître le sens de variation et la représentation graphique de la fonction exponentielle. • Connaître et exploiter $\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{e^x}{x} = +\infty$ et $\lim_{x \rightarrow -\infty} x e^x = 0$. | <p>La fonction exponentielle est présentée comme l'unique fonction f dérivable sur \mathbf{R} telle que : $f' = f$ et $f(0) = 1$. L'existence est admise.</p> <p>On étudie des exemples de fonctions de la forme $x \mapsto \exp(u(x))$, notamment avec $u(x) = -kx$ ou $u(x) = -kx^2$ ($k > 0$), qui sont utilisées dans des domaines variés.</p> <p>On fait le lien entre le nombre dérivé de la fonction exponentielle en 0 et la limite en 0 de $\frac{e^x - 1}{x}$.</p> <p>⇔ [SPC et SVT] Radioactivité.</p> <p>Ⓐ Étude de phénomènes d'évolution.</p> |

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|---|--|---|
| <p>Fonction logarithme népérien</p> <p>Fonction $x \mapsto \ln x$.</p> <p>Relation fonctionnelle, dérivée.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Connaître le sens de variation, les limites et la représentation graphique de la fonction logarithme népérien. • Utiliser, pour a réel strictement positif et b réel, l'équivalence $\ln a = b \Leftrightarrow a = e^b$. • Utiliser la relation fonctionnelle pour transformer une écriture. • Connaître et exploiter $\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{\ln x}{x} = 0$. | <p>On peut introduire la fonction logarithme népérien grâce aux propriétés de la fonction exponentielle ou à partir de l'équation fonctionnelle.</p> <p>On souligne dans les cadres algébrique et graphique que les fonctions logarithme népérien et exponentielle sont réciproques l'une de l'autre. Tout développement théorique sur les fonctions réciproques est exclu.</p> <p>On fait le lien entre le nombre dérivé de la fonction logarithme en 1 et la limite en 0 de $\frac{\ln(1+x)}{x}$.</p> <p>On évoque la fonction logarithme décimal pour son utilité dans les autres disciplines.</p> <p>\Leftrightarrow [SI] Gain lié à une fonction de transfert. \Leftrightarrow [SPC] Intensité sonore, magnitude d'un séisme, échelle des pH.</p> <p>(AP) <i>Équations fonctionnelles.</i></p> |
| <p>Intégration</p> <p>Définition de l'intégrale d'une fonction continue et positive sur $[a, b]$ comme aire sous la courbe.</p> <p>Notation $\int_a^b f(x)dx$.</p> <p>Théorème : si f est une fonction continue et positive sur $[a, b]$, la fonction F définie sur $[a, b]$ par $F(x) = \int_a^x f(t)dt$ est dérivable sur $[a, b]$ et a pour dérivée f.</p> | | <p>On s'appuie sur la notion intuitive d'aire rencontrée au collège et sur les propriétés d'additivité et d'invariance par translation et symétrie.</p> <p>On peut mener un calcul approché d'aire (parabole, hyperbole, etc.) pour illustrer cette définition.</p> <p>▣ Il est intéressant de présenter le principe de la démonstration du théorème dans le cas où f est positive et croissante.</p> |

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|---|--|--|
| <p>Primitive d'une fonction continue sur un intervalle.</p> <p>Théorème : toute fonction continue sur un intervalle admet des primitives.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Déterminer des primitives des fonctions usuelles par lecture inverse du tableau des dérivées. • Connaître et utiliser les primitives de $u'e^u$, $u'u^n$ (n entier relatif, différent de -1) et, pour u strictement positive, $\frac{u'}{\sqrt{u}}$, $\frac{u'}{u}$. | <p>Une primitive F de la fonction continue et positive f étant connue, on a :</p> $\int_a^b f(x)dx = F(b) - F(a).$ <p>▣ Il est intéressant de démontrer ce théorème dans le cas d'un intervalle fermé borné, en admettant que la fonction a un minimum. On admet le cas général.</p> <p>On fait observer que certaines fonctions comme $x \mapsto \exp(-x^2)$ n'ont pas de primitive « explicite ».</p> |
| <p>Intégrale d'une fonction continue de signe quelconque.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Calculer une intégrale. • Utiliser le calcul intégral pour déterminer une aire. | <p>La formule $\int_a^b f(x)dx = F(b) - F(a)$, établie pour une fonction continue et positive, est étendue au cas d'une fonction continue de signe quelconque.</p> |
| <p>Linéarité, positivité, relation de Chasles.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Encadrer une intégrale. | <p>L'intégration par parties n'est pas un attendu du programme.</p> |
| <p>Valeur moyenne.</p> | <p>◇ Pour une fonction monotone positive, mettre en œuvre un algorithme pour déterminer un encadrement d'une intégrale.</p> | <p>La notion de valeur moyenne est illustrée par des exemples issus d'autres disciplines.</p> <p>⇔ [SPC] Mouvement uniformément accéléré. ⇔ [SI] Valeur moyenne, valeur efficace dans un transfert énergétique.</p> <p>Ⓐ Calcul du volume d'un solide.</p> |

2. Géométrie

Nombres complexes

En classe terminale, les nombres complexes sont vus essentiellement comme constituant un nouvel ensemble de nombres avec ses opérations propres. Cette introduction s'inscrit dans la perspective d'un approfondissement lors d'une poursuite d'études.

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|--|--|---|
| <p>Forme algébrique, conjugué. Somme, produit, quotient.</p> <p>Équation du second degré à coefficients réels.</p> <p>Représentation géométrique.</p> <p>Affixe d'un point, d'un vecteur.</p> <p>Forme trigonométrique : - module et argument, interprétation géométrique dans un repère orthonormé direct ; - notation exponentielle.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Effectuer des calculs algébriques avec des nombres complexes. • Résoudre dans \mathbf{C} une équation du second degré à coefficients réels. • Représenter un nombre complexe par un point ou un vecteur. • Déterminer l'affixe d'un point ou d'un vecteur. • Passer de la forme algébrique à la forme trigonométrique et inversement. • Connaître et utiliser la relation $\overline{z} = z ^2 / z$. • Effectuer des opérations sur les nombres complexes écrits sous différentes formes. | <p>On introduit dans ce chapitre des éléments lui donnant une dimension historique.</p> <p>Le plan est muni d'un repère orthonormé $(O; \vec{u}, \vec{v})$.</p> <p>La notation exponentielle est introduite après avoir montré que la fonction $\theta \mapsto \cos \theta + i \sin \theta$ vérifie la même relation fonctionnelle que la fonction exponentielle.</p> <p>Les nombres complexes permettent de mémoriser les formules trigonométriques d'addition et de duplication vues en première.</p> <p>↔ [SI] Analyse fréquentielle d'un système.</p> |

Géométrie dans l'espace

Dans cette partie, il s'agit, d'une part de renforcer la vision dans l'espace entretenue en classe de première, d'autre part de faire percevoir toute l'importance de la notion de direction de droite ou de plan.

La décomposition d'un vecteur d'un plan suivant deux vecteurs non colinéaires de ce plan, puis celle d'un vecteur de l'espace suivant trois vecteurs non coplanaires, sensibilisent aux concepts de liberté et de dépendance en algèbre linéaire.

Le repérage permet à la fois de placer des objets dans l'espace et de se donner un moyen de traiter des problèmes d'intersection d'un point de vue algébrique. Le concept d'orthogonalité, une fois exprimé en termes de coordonnées dans un repère orthonormé, fournit un outil pour une caractérisation simple des plans de l'espace.

L'objectif est de rendre les élèves capables d'étudier des problèmes d'intersection de droites et de plans, en choisissant un cadre adapté, vectoriel ou non, repéré ou non.

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|--|--|--|
| <p>Droites et plans</p> <p>Positions relatives de droites et de plans : intersection et parallélisme.</p> <p>Orthogonalité :</p> <ul style="list-style-type: none"> - de deux droites ; - d'une droite et d'un plan. | <ul style="list-style-type: none"> • Étudier les positions relatives de droites et de plans. • Établir l'orthogonalité d'une droite et d'un plan. | <p>Le cube est une figure de référence pour la représentation des positions relatives de droites et de plans.</p> <p>On étudie quelques exemples de sections planes du cube. Ce travail est facilité par l'utilisation d'un logiciel de géométrie dynamique.</p> |
| <p>Géométrie vectorielle</p> <p>Caractérisation d'un plan par un point et deux vecteurs non colinéaires.</p> <p>Vecteurs coplanaires. Décomposition d'un vecteur en fonction de trois vecteurs non coplanaires.</p> <p>Repérage.</p> <p>Représentation paramétrique d'une droite.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Choisir une décomposition pertinente dans le cadre de la résolution de problèmes d'alignement ou de coplanarité. • Utiliser les coordonnées pour : <ul style="list-style-type: none"> - traduire la colinéarité ; - caractériser l'alignement ; - déterminer une décomposition de vecteurs. | <p>On étend à l'espace la notion de vecteur et les opérations associées.</p> <p>On fait observer que des plans dirigés par le même couple de vecteurs non colinéaires sont parallèles.</p> <p>▣ Il est intéressant de présenter la démonstration du théorème dit « du toit ».</p> <p>On fait percevoir les notions de liberté et de dépendance.</p> <p>On ne se limite pas à des repères orthogonaux.</p> <p>La caractérisation d'un plan par un point et deux vecteurs non colinéaires conduit à une représentation paramétrique de ce plan.</p> <p>↔ [SI] Cinématique et statique d'un système en mécanique.</p> |

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|--|---|--|
| <p>Produit scalaire</p> <p>Produit scalaire de deux vecteurs dans l'espace : définition, propriétés.</p> <p>Vecteur normal à un plan. Équation cartésienne d'un plan.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Déterminer si un vecteur est normal à un plan. ▣ Caractériser les points d'un plan de l'espace par une relation $ax + by + cz + d = 0$ avec a, b, c trois nombres réels non tous nuls. • Déterminer une équation cartésienne d'un plan connaissant un point et un vecteur normal. • Déterminer un vecteur normal à un plan défini par une équation cartésienne. ▣ Démontrer qu'une droite est orthogonale à toute droite d'un plan si et seulement si elle est orthogonale à deux droites sécantes de ce plan. • Choisir la forme la plus adaptée entre équation cartésienne et représentation paramétrique pour : <ul style="list-style-type: none"> - déterminer l'intersection d'une droite et d'un plan ; - étudier la position relative de deux plans. | <p>On étend aux vecteurs de l'espace la définition du produit scalaire donnée dans le plan.</p> <p>On caractérise vectoriellement l'orthogonalité de deux droites et on introduit la notion de plans perpendiculaires.</p> <p>Ⓐ <i>Perpendiculaire commune à deux droites non coplanaires.</i> <i>Intersection de trois plans.</i></p> |

3. Probabilités et statistique

On approfondit le travail en probabilités et statistique mené les années précédentes.

Afin de traiter les champs de problèmes associés aux données continues, on introduit les lois de probabilité à densité. Le programme en propose quelques exemples et, en particulier, la loi normale qui permet notamment d'initier les élèves à la statistique inférentielle par la détermination d'un intervalle de confiance pour une proportion à un niveau de confiance de 95 %.

Cette partie se prête particulièrement à l'étude de problèmes issus d'autres disciplines.

Le recours aux représentations graphiques et aux simulations est indispensable.

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|---|---|--|
| <p>Conditionnement, indépendance</p> <p>Conditionnement par un événement de probabilité non nulle. Notation $P_A(B)$.</p> <p>Indépendance de deux événements.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Construire un arbre pondéré en lien avec une situation donnée. • Exploiter la lecture d'un arbre pondéré pour déterminer des probabilités. • Calculer la probabilité d'un événement connaissant ses probabilités conditionnelles relatives à une partition de l'univers. <p>▣ Démontrer que si deux événements A et B sont indépendants, alors il en est de même pour \bar{A} et B.</p> | <p>On représente une situation à l'aide d'un arbre pondéré ou d'un tableau. On énonce et on justifie les règles de construction et d'utilisation des arbres pondérés.</p> <p>Un arbre pondéré correctement construit constitue une preuve. Le vocabulaire lié à la formule des probabilités totales n'est pas attendu du programme, mais la mise en œuvre de cette formule doit être maîtrisée.</p> <p>Cette partie du programme se prête particulièrement à l'étude de situations concrètes.</p> <p>◇ Des activités algorithmiques sont menées dans ce cadre, notamment pour simuler une marche aléatoire.</p> <p>↔ [SVT] Hérité, génétique, risque génétique.</p> |
| <p>Notion de loi à densité à partir d'exemples</p> <p>Loi à densité sur un intervalle.</p> | | <p>Les exemples étudiés s'appuient sur une expérience aléatoire et un univers associé Ω, muni d'une probabilité. On définit alors une variable aléatoire X, fonction de Ω dans \mathbf{R}, qui associe à chaque issue un nombre réel d'un intervalle I de \mathbf{R}. On admet que X satisfait aux conditions qui permettent de définir la probabilité de l'événement $\{X \in J\}$ comme aire du domaine : $\{M(x, y); x \in J \text{ et } 0 \leq y \leq f(x)\}$ où f désigne la fonction de densité de la loi et J un intervalle inclus dans I.</p> <p>Toute théorie générale des lois à densité et des intégrales sur un intervalle non borné est exclue.</p> |

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|---|---|--|
| <p>Loi uniforme sur $[a,b]$.</p> <p>Espérance d'une variable aléatoire suivant une loi uniforme.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Connaître la fonction de densité de la loi uniforme sur $[a,b]$. | <p>L'instruction « nombre aléatoire » d'un logiciel ou d'une calculatrice permet d'introduire la loi uniforme sur $[0,1]$.</p> <p>La notion d'espérance d'une variable aléatoire à densité f sur $[a,b]$ est introduite à cette occasion par $E(X) = \int_a^b t f(t) dt$. On note que cette définition constitue un prolongement dans le cadre continu de l'espérance d'une variable aléatoire discrète.</p> <p>(AP) <i>Méthode de Monte-Carlo.</i></p> |
| <p>Lois exponentielles.</p> <p>Espérance d'une variable aléatoire suivant une loi exponentielle.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Calculer une probabilité dans le cadre d'une loi exponentielle. <p>▣ Démontrer que l'espérance d'une variable aléatoire suivant une loi exponentielle de paramètre λ est $\frac{1}{\lambda}$.</p> | <p>▣ On démontre qu'une variable aléatoire T suivant une loi exponentielle vérifie la propriété de durée de vie sans vieillissement : pour tous réels t et h positifs, $P_{T \geq t}(T \geq t+h) = P(T \geq h)$.</p> <p>L'espérance est définie comme la limite quand x tend vers $+\infty$ de $\int_0^x t f(t) dt$ où f est la fonction de densité de la loi exponentielle considérée.</p> <p>Cette partie du programme se prête particulièrement à l'étude de situations concrètes, par exemple sur la radioactivité ou la durée de fonctionnement d'un système non soumis à un phénomène d'usure.</p> |

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|--|--|--|
| <p>Loi normale centrée réduite $\mathcal{N}(0,1)$.</p> <p>Théorème de Moivre Laplace (admis).</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Connaître la fonction de densité de la loi normale $\mathcal{N}(0,1)$ et sa représentation graphique. ▣ Démontrer que pour $\alpha \in]0,1[$, il existe un unique réel positif u_α tel que $P(-u_\alpha \leq X \leq u_\alpha) = 1 - \alpha$ lorsque X suit la loi normale $\mathcal{N}(0,1)$. • Connaître les valeurs approchées $u_{0,05} \approx 1,96$ et $u_{0,01} \approx 2,58$. | <p>Pour introduire la loi normale $\mathcal{N}(0,1)$, on s'appuie sur l'observation des représentations graphiques de la loi de la variable aléatoire $Z_n = \frac{X_n - np}{\sqrt{np(1-p)}}$ où X_n suit la loi binomiale $\mathcal{B}(n, p)$, et cela pour de grandes valeurs de n et une valeur de p fixée entre 0 et 1. Le théorème de Moivre Laplace assure que pour tous réels a et b, $P(Z_n \in [a, b])$ tend vers $\int_a^b \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}} dx$ lorsque n tend vers $+\infty$.</p> <p>L'espérance d'une variable aléatoire suivant la loi $\mathcal{N}(0,1)$ est définie par $\lim_{x \rightarrow -\infty} \int_x^0 t f(t) dt + \lim_{y \rightarrow +\infty} \int_0^y t f(t) dt$ où f désigne la densité de cette loi. On peut établir qu'elle vaut 0.</p> <p>On admet que la variance, définie par $E((X - E(X))^2)$, vaut 1.</p> |
| <p>Loi normale $\mathcal{N}(\mu, \sigma^2)$ d'espérance μ et d'écart-type σ.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Utiliser une calculatrice ou un tableur pour calculer une probabilité dans le cadre d'une loi normale $\mathcal{N}(\mu, \sigma^2)$. • Connaître une valeur approchée de la probabilité des événements suivants : $\{X \in [\mu - \sigma, \mu + \sigma]\}$, $\{X \in [\mu - 2\sigma, \mu + 2\sigma]\}$ et $\{X \in [\mu - 3\sigma, \mu + 3\sigma]\}$, lorsque X suit la loi normale $\mathcal{N}(\mu, \sigma^2)$. | <p>Une variable aléatoire X suit une loi $\mathcal{N}(\mu, \sigma^2)$ si $\frac{X - \mu}{\sigma}$ suit la loi normale $\mathcal{N}(0,1)$.</p> <p>On fait percevoir l'information apportée par la valeur de l'écart-type.</p> <p>↔ [SI et SPC] Mesures physiques sur un système réel en essai.</p> <p>La connaissance d'une expression algébrique de la fonction de densité de la loi $\mathcal{N}(\mu, \sigma^2)$ n'est pas un attendu du programme.</p> <p>On illustre ces nouvelles notions par des exemples issus des autres disciplines.</p> |

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|--|--|--|
| <p>Intervalle de fluctuation</p> | <p>☐ Démontrer que si la variable aléatoire X_n suit la loi $\mathcal{B}(n, p)$, alors, pour tout α dans $]0, 1[$ on a,</p> $\lim_{n \rightarrow +\infty} P\left(\frac{X_n}{n} \in I_n\right) = 1 - \alpha,$ <p>où I_n désigne l'intervalle</p> $\left[p - u_\alpha \frac{\sqrt{p(1-p)}}{\sqrt{n}}, p + u_\alpha \frac{\sqrt{p(1-p)}}{\sqrt{n}} \right].$ <ul style="list-style-type: none"> • Connaître l'intervalle de fluctuation asymptotique(*) au seuil de 95 % : $\left[p - 1,96 \frac{\sqrt{p(1-p)}}{\sqrt{n}}, p + 1,96 \frac{\sqrt{p(1-p)}}{\sqrt{n}} \right]$ <p>où p désigne la proportion dans la population.</p> | <p>La démonstration ci-contre donne l'expression d'un intervalle de fluctuation asymptotique(*) au seuil $1 - \alpha$ de la variable aléatoire fréquence $F_n = \frac{X_n}{n}$ qui, à tout échantillon de taille n, associe la fréquence obtenue f.</p> <p>Avec les exigences usuelles de précision, on pratique cette approximation dès que $n \geq 30$, $np \geq 5$ et $n(1-p) \geq 5$.</p> <p>En majorant $1,96\sqrt{p(1-p)}$, on retrouve l'intervalle de fluctuation présenté en classe de seconde.</p> <p>La problématique de prise de décision, déjà rencontrée, est travaillée à nouveau avec l'intervalle de fluctuation asymptotique.</p> |
| <p>Estimation</p> <p>Intervalle de confiance (*).</p> <p>Niveau de confiance.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Estimer par intervalle une proportion inconnue à partir d'un échantillon. • Déterminer une taille d'échantillon suffisante pour obtenir, avec une précision donnée, une estimation d'une proportion au niveau de confiance 0,95. | <p>Les attendus de ce paragraphe sont modestes et sont à exploiter en lien avec les autres disciplines.</p> <p>☐ Il est intéressant de démontrer que, pour une valeur de p fixée, l'intervalle</p> $\left[F_n - \frac{1}{\sqrt{n}}, F_n + \frac{1}{\sqrt{n}} \right]$ <p>contient, pour n assez grand, la proportion p avec une probabilité au moins égale à 0,95.</p> <p>On énonce alors que p est élément de l'intervalle</p> $\left[f - \frac{1}{\sqrt{n}}, f + \frac{1}{\sqrt{n}} \right]$ <p>avec un niveau de confiance de plus de 95 %, où f désigne la fréquence observée sur un échantillon de taille n.</p> <p>Avec les exigences usuelles de précision, on utilise cet intervalle dès que $n \geq 30$, $np \geq 5$ et $n(1-p) \geq 5$.</p> <p>La simulation de sondages sur tableur permet de sensibiliser aux fourchettes de sondage.</p> |

| | | |
|--|--|--|
| | | <p>Il est important de noter que, dans d'autres champs, on utilise l'intervalle</p> $\left[f - 1,96 \frac{\sqrt{f(1-f)}}{\sqrt{n}}, f + 1,96 \frac{\sqrt{f(1-f)}}{\sqrt{n}} \right]$ <p>qu'il n'est pas possible de justifier dans ce programme.</p> <p>⇔ [SVT] Analyse de graphiques où les données sont fournies par des intervalles de confiance.</p> <p>Ⓐ Prise de décision lors de la comparaison de deux proportions (par exemple lors d'un essai thérapeutique).</p> |
|--|--|--|

(*) Avec les notations précédentes :

Un intervalle de fluctuation asymptotique de la variable aléatoire F_n au seuil $1 - \alpha$ est un intervalle déterminé à partir de p et de n et qui contient F_n avec une probabilité d'autant plus proche de $1 - \alpha$ que n est grand.

Un intervalle de confiance pour une proportion p à un niveau de confiance $1 - \alpha$ est la réalisation, à partir d'un échantillon, d'un intervalle aléatoire contenant la proportion p avec une probabilité supérieure ou égale à $1 - \alpha$, intervalle aléatoire déterminé à partir de la variable aléatoire fréquence F_n qui, à tout échantillon de taille n , associe la fréquence.

Les intervalles de confiance considérés ici sont centrés en la fréquence observée f .

Algorithmique

En seconde, les élèves ont conçu et mis en œuvre quelques algorithmes. Cette formation se poursuit tout au long du cycle terminal.

Dans le cadre de cette activité algorithmique, les élèves sont entraînés à :

- décrire certains algorithmes en langage naturel ou dans un langage symbolique ;
- en réaliser quelques-uns à l'aide d'un tableur ou d'un programme sur calculatrice ou avec un logiciel adapté ;
- interpréter des algorithmes plus complexes.

Aucun langage, aucun logiciel n'est imposé.

L'algorithmique a une place naturelle dans tous les champs des mathématiques et les problèmes posés doivent être en relation avec les autres parties du programme (analyse, géométrie, statistiques et probabilités, logique) mais aussi avec les autres disciplines ou le traitement de problèmes concrets.

À l'occasion de l'écriture d'algorithmes et de programmes, il convient de donner aux élèves de bonnes habitudes de rigueur et de les entraîner aux pratiques systématiques de vérification et de contrôle.

Instructions élémentaires (affectation, calcul, entrée, sortie)

Les élèves, dans le cadre d'une résolution de problèmes, doivent être capables :

- d'écrire une formule permettant un calcul ;
- d'écrire un programme calculant et donnant la valeur d'une fonction, ainsi que les instructions d'entrées et sorties nécessaires au traitement.

Boucle et itérateur, instruction conditionnelle

Les élèves, dans le cadre d'une résolution de problèmes, doivent être capables de :

- programmer un calcul itératif, le nombre d'itérations étant donné ;
- programmer une instruction conditionnelle, un calcul itératif, avec une fin de boucle conditionnelle.

Notations et raisonnement mathématiques

Cette rubrique, consacrée à l'apprentissage des notations mathématiques et à la logique, ne doit pas faire l'objet de séances de cours spécifiques, mais doit être répartie sur toute l'année scolaire.

En complément des objectifs rappelés ci-dessous, le travail sur la notion d'équivalence doit naturellement être poursuivi (propriété caractéristique, raisonnement par équivalence) et l'on introduit le raisonnement par récurrence.

Notations mathématiques

Les élèves doivent connaître les notions d'élément d'un ensemble, de sous-ensemble, d'appartenance et d'inclusion, de réunion, d'intersection et de complémentaire et savoir utiliser les symboles de base correspondants: \in , \subset , \cup , \cap ainsi que la notation des ensembles de nombres et des intervalles.

Pour le complémentaire d'un ensemble A , on utilise la notation des probabilités \overline{A} .

Pour ce qui concerne le raisonnement logique, les élèves sont entraînés sur des exemples à :

- utiliser correctement les connecteurs logiques « et », « ou » et à distinguer leur sens des sens courants de « et », « ou » dans le langage usuel ;
- utiliser à bon escient les quantificateurs universel, existentiel (les symboles \forall , \exists ne sont pas exigibles) et à repérer les quantifications implicites dans certaines propositions et, particulièrement, dans les propositions conditionnelles ;
- distinguer, dans le cas d'une proposition conditionnelle, la proposition directe, sa réciproque, sa contraposée et sa négation ;
- utiliser à bon escient les expressions « condition nécessaire », « condition suffisante » ;
- formuler la négation d'une proposition ;
- utiliser un contre-exemple pour infirmer une proposition universelle ;
- reconnaître et utiliser des types de raisonnement spécifiques : raisonnement par disjonction des cas, recours à la contraposée, raisonnement par l'absurde.

Enseignement de spécialité

L'enseignement de spécialité prend appui sur la résolution de problèmes. Cette approche permet une introduction motivée des notions mentionnées dans le programme.

Plusieurs exemples de problèmes sont donnés à titre indicatif. L'étude des situations envisagées dans le cadre de cet enseignement conduit à un travail de modélisation et place les élèves en position de recherche.

Les thèmes abordés sont particulièrement propices à l'utilisation des outils informatiques (logiciels de calcul, tableur) et à la mise en œuvre d'algorithmes.

Le niveau d'approfondissement des notions est guidé par les besoins rencontrés dans la résolution des problèmes traités.

Arithmétique

Les problèmes étudiés peuvent notamment être issus de la cryptographie ou relever directement de questions mathématiques, par exemple à propos des nombres premiers.

| Exemples de problèmes | Contenus |
|---|---|
| <p>Problèmes de codage (codes barres, code ISBN, clé du Rib, code Insee)</p> <p>Problèmes de chiffrement (chiffrement affine, chiffrement de Vigenère, chiffrement de Hill).</p> <p>Questionnement sur les nombres premiers : infinitude, répartition, tests de primalité, nombres premiers particuliers (Fermat, Mersenne, Carmichael).</p> <p>Sensibilisation au système cryptographique RSA.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Divisibilité dans \mathbf{Z}. • Division euclidienne. • Congruences dans \mathbf{Z}. • PGCD de deux entiers. • Entiers premiers entre eux. • Théorème de Bézout. • Théorème de Gauss. • Nombres premiers. • Existence et unicité de la décomposition en produit de facteurs premiers. |

Matrices et suites

Il s'agit d'étudier des exemples de processus discrets, déterministes ou stochastiques, à l'aide de suites ou de matrices. On introduit le calcul matriciel sur des matrices d'ordre 2. Les calculs sur des matrices d'ordre 3 ou plus sont essentiellement effectués à l'aide d'une calculatrice ou d'un logiciel.

| Exemples de problèmes | Contenus |
|---|---|
| <p>Marche aléatoire simple sur un graphe à deux ou trois sommets.</p> <p>Marche aléatoire sur un tétraèdre ou sur un graphe à N sommets avec saut direct possible d'un sommet à un autre : à chaque instant, le mobile peut suivre les arêtes du graphe probabiliste ou aller directement sur n'importe quel sommet avec une probabilité constante p.</p> <p>Etude du principe du calcul de la pertinence d'une page web.</p> <p>Modèle de diffusion d'Ehrenfest : N particules sont réparties dans deux récipients ; à chaque instant, une particule choisie au hasard change de récipient.</p> <p>Modèle proie prédateur discrétisé :</p> <ul style="list-style-type: none"> - évolution couplée de deux suites récurrentes ; - étude du problème linéarisé au voisinage du point d'équilibre. | <ul style="list-style-type: none"> • Matrices carrées, matrices colonnes : opérations. • Matrice inverse d'une matrice carrée. • Exemples de calcul de la puissance n-ième d'une matrice carrée d'ordre 2 ou 3. • Écriture matricielle d'un système linéaire. • Suite de matrices colonnes (U_n) vérifiant une relation de récurrence du type $U_{n+1} = AU_n + C$: <ul style="list-style-type: none"> - recherche d'une suite constante vérifiant la relation de récurrence ; - étude de la convergence. • Étude asymptotique d'une marche aléatoire. |

Enseignement spécifique et de spécialité de physique-chimie de la série scientifique - classe terminale

NOR : MENE1119475A

arrêté du 12-7-2011 - J.O. du 20-9-2011

MEN - DGESCO A3-1

Vu code de l'éducation ; arrêté du 27-1-2010 modifié ; avis du CSE du 9-6-2011

Article 1 - Le programme de l'enseignement spécifique et de spécialité de physique-chimie en classe terminale de la série scientifique est fixé conformément à l'annexe du présent arrêté.

Article 2 - Les dispositions du présent arrêté entrent en application à la rentrée de l'année scolaire 2012-2013.

Article 3 - L'arrêté du 20 juillet 2001 fixant le programme de l'enseignement de physique-chimie en classe terminale de la série scientifique est abrogé à compter de la rentrée de l'année scolaire 2012-2013.

Article 4 - Le directeur général de l'enseignement scolaire est chargé de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait le 12 juillet 2011

Pour le ministre de l'éducation nationale, de la jeunesse et de la vie associative
et par délégation,
Le directeur général de l'enseignement scolaire,
Jean-Michel Blanquer

Annexe

 Programme

Annexe**Programme de l'enseignement spécifique et de spécialité de physique-chimie****Classe terminale de la série scientifique****ENSEIGNEMENT SPÉCIFIQUE****Présentation**

Dans une société où des informations de tous ordres arrivent dans l'immédiateté et de toutes parts, la priorité est donnée à la formation des esprits pour transformer cette information en une connaissance. L'enseignant doit être un accompagnateur de chaque élève dans l'acquisition de compétences qui ne peuvent être opérationnelles sans connaissances, qui sont à la fois la base et l'objectif de la didactique, notamment scientifique. Formation des esprits et acquisition de connaissances sont deux facettes indissociables de l'activité éducative.

Ainsi le programme de physique-chimie de terminale S se situe dans le prolongement de celui de première S en approfondissant la formation à la démarche scientifique. Il permet de mieux installer les compétences déjà rencontrées, de les compléter et de faire acquérir des connaissances nouvelles.

Comme pour la première S, une rédaction volontairement allégée des contenus, notions et compétences a été privilégiée, sans pour autant altérer la lisibilité et la précision des exigences telles qu'elles sont attendues en fin d'année scolaire et exigibles pour le baccalauréat.

Deux compétences occupent une place centrale en terminale : « extraire » et « exploiter » des informations ; elles seront mises en œuvre fréquemment, notamment dans les situations identifiées dans la colonne de droite du programme, en respectant l'esprit de la démarche scientifique.

Les activités proposées aux élèves au sujet de la compétence « extraire » et leurs connaissances acquises doivent les conduire à s'interroger de manière critique sur la valeur scientifique des informations, sur la pertinence de leur prise en compte, et à choisir de façon argumentée ce qui est à retenir dans des ensembles où l'information est souvent surabondante et parfois erronée, où la connaissance objective et rationnelle doit être distinguée de l'opinion et de la croyance.

Les supports d'informations proposés aux élèves seront multiples et diversifiés : textes de vulgarisation et textes scientifiques en français et éventuellement en langue étrangère, tableaux de données, constructions graphiques, vidéos, signaux délivrés par des capteurs, spectres, modèles moléculaires, expériences réalisées ou simulées, etc. L'exploitation sera conduite en passant par l'étape d'identification des grandeurs physiques ou chimiques pertinentes et par celle de modélisation. Cette formalisation pourra conduire à l'établissement des équations du modèle puis à leur traitement mathématique, numérique ou graphique.

L'élève est ainsi amené à raisonner avec méthode et à mettre en œuvre avec rigueur l'ensemble des étapes qui lui permettent de trouver la ou les solution(s) au problème posé. Le professeur aura cependant à l'esprit que le recours à des outils mathématiques n'est pas le but premier de la formation de l'élève en physique-chimie, même si cela peut être parfois nécessaire pour conduire une étude à son terme. Dans certains cas, le professeur utilisera des méthodes de résolutions graphique ou numérique, pratiques de plus en plus fréquentes en raison de la complexité des systèmes étudiés. Ce sera aussi l'occasion de souligner que les travaux de recherche sont souvent conduits par des équipes pluridisciplinaires.

Le professeur fera aussi appel à des exploitations qualitatives conduites avec rigueur. L'emploi de celles-ci s'avère particulièrement opportun dans le cas où elles permettent de dégager directement le sens de l'étude que pourrait masquer un développement calculatoire. Ainsi, l'analyse dimensionnelle, l'examen préalable des différents phénomènes en cause, la comparaison d'ordres de grandeur peuvent permettre une simplification efficace du cadre conceptuel de la situation et fournir une résolution élégante, rapide, à un problème a priori complexe.

Familiariser ainsi l'élève à pratiquer des raisonnements qualitatifs, à savoir faire de la physique et de la chimie « avec les mains », c'est aussi l'habituer à savoir communiquer en tant que scientifique avec des non-scientifiques.

Le résultat obtenu à l'issue d'une démarche de résolution sera l'objet d'une attention particulière. L'analyse critique d'un résultat permet en effet de lui donner davantage de sens, notamment lorsque l'on compare les effets attendus résultant de la modification d'un paramètre et ceux effectivement observés. L'exploitation d'un résultat apparaît comme un moyen de validation des hypothèses faites lors de la modélisation mais aussi comme le point de départ d'un réinvestissement : il s'agit de la charnière entre les démarches « comprendre » et « agir » que soulignent les programmes.

Les professeurs, s'ils souhaitent bénéficier de ressources didactiques, de situations et de questionnements, peuvent se reporter aux sites ministériels sur Éduscol : <http://www.eduscol.education.fr/cid46456/ressources-pour-le-college-et-le-lycee.html> où ils trouveront des ressources pour la classe terminale, qui n'ont cependant pas de valeur prescriptive. Il conviendra par ailleurs qu'ils s'appuient au mieux sur les acquis du collège et sur ceux des programmes de seconde et de première du lycée.

Les compétences évaluées en fin de cycle terminal à l'occasion des épreuves du baccalauréat porteront principalement sur le programme de terminale sans exclure celles des programmes des classes de seconde et de première, notamment celles de nature expérimentale.

Tout en poursuivant l'effort en cours de contextualisation de leur problématique, ces épreuves mettront ainsi l'accent sur l'acquisition de la méthodologie scientifique. Pour les élèves de terminale, le baccalauréat n'est pas en effet une fin en soi, mais une étape, destinée à préparer les élèves aux études supérieures, en accompagnant et prolongeant la formation des esprits à la démarche scientifique.

L'accent mis sur la méthodologie aura aussi notamment pour conséquence que les épreuves d'évaluation fourniront tous les éléments de savoir (formules, propriétés, données physicochimiques, schémas, etc.) nécessaires à leur résolution si cette dernière implique la mise en œuvre de compétences non exigibles car ne figurant pas dans la colonne de droite du programme.

Les programmes de terminale de la série scientifique comme ceux de première s'articulent autour des grandes phases de la démarche scientifique : **observer, comprendre, agir** et s'appuient sur des entrées porteuses et modernes introduites à partir de questionnements.

Observer : ondes et matière

La partie « observation » est étendue à l'ensemble du spectre des ondes électromagnétiques et aux ondes dans la matière, ainsi qu'aux particules.

Ondes et particules

Des sources « froides » (rayonnement cosmologique, nuages interstellaires, corps solides, etc.) aux plus « chaudes » (étoiles et sources associées), en passant par les sources composites comme les galaxies, l'Univers est rempli d'émetteurs électromagnétiques sur tout le spectre, qui interagissent avec l'atmosphère terrestre. Cette interaction, qui dépend du domaine spectral considéré, conditionne la nature de l'instrument d'observation, son support technologique et son altitude (du sol à l'extérieur de l'atmosphère).

L'Homme sait également fabriquer des sources de rayonnement sur l'ensemble du spectre, dans le visible, mais aussi dans les domaines radio, infrarouge et ultraviolet notamment.

Une étude documentaire, non exhaustive, des sources de rayonnement, éventuellement absorbé par l'atmosphère, sera menée, ainsi que sur les ondes de matière à l'œuvre sur Terre, avec une tonalité particulière mise sur les ondes sonores, dont un prolongement pourra être trouvé dans l'enseignement de spécialité.

Les photons associés aux ondes électromagnétiques, les particules élémentaires (électrons, protons, neutrinos, etc.), ou composites (noyaux, atomes, molécules) sont, à côté des ondes électromagnétiques et mécaniques, des supports précieux d'information.

Parmi l'ensemble des sources d'ondes et de particules, un choix est possible d'étude plus particulière ainsi que sur un dispositif d'observation donné. Cette faculté de choix porte également sur l'étude expérimentale obligatoire d'un dispositif de détection.

Caractéristiques et propriétés des ondes

Il s'agit de savoir décrire les ondes, définir et utiliser les grandeurs physiques associées. La diffraction d'ondes dans tous les domaines du spectre est soulignée, en particulier dans ses conséquences sur l'observation.

L'étude des interférences met l'accent sur les conditions d'interférences constructives et destructives pour les ondes monochromatiques.

Comme la diffraction et les interférences, l'effet Doppler se prête bien à exploitation expérimentale. Son étude sera étendue à l'investigation en astrophysique (mouvements des corps, détections indirectes et planètes extrasolaires, expansion de l'Univers) et à la vélocimétrie.

Analyse spectrale

La spectroscopie est un moyen privilégié d'étude des propriétés physicochimiques (température, composition) des sources de rayonnement, des objets astronomiques aux sources colorées fabriquées par l'Homme.

Elle est également un instrument irremplaçable d'analyse des espèces chimiques d'origine variée, notamment issues du domaine du vivant, qu'il s'agisse des spectres UV-visible, IR ou RMN. C'est principalement cet aspect qui donnera lieu à l'enseignement de terminale.

Sans aborder les règles qui régissent les transferts d'énergie dans les molécules, il s'agira d'exploiter des spectres de natures différentes à l'aide de tables et de logiciels, en vue de les mettre en relation avec la structure des molécules.

En outre, il s'agira de choisir une espèce colorée pour conduire une démarche expérimentale destinée à la caractériser.

Comme dans l'ensemble du programme, l'enseignant n'est pas tenu à une lecture séquentielle dans cette partie « Observer » et peut la traiter dans l'ordre de son choix pour les trois thèmes. Il peut également, comme pour le programme de première, choisir de faire un détour parmi les deux autres parties « Comprendre » et « Agir » du programme au moyen d'un « fil rouge ».

Comprendre : lois et modèles

La longueur des précisions relatives à chacun des thèmes de cette partie n'est pas indicative de la durée à consacrer à leur enseignement, mais vise à apporter des précisions supplémentaires sur les notions les plus nouvelles de physique contemporaine (relativité, physique quantique).

Temps, mouvement et évolution

Le temps et sa mesure, la définition et l'évolution de son unité, reposent sur l'étude et l'exploitation de phénomènes périodiques.

L'histoire de cette mesure, qui peut remonter aux procédés ancestraux (gnomonique), fournit la matière à l'étude documentaire d'une recherche de progrès tendue par le souci toujours plus grand de la précision, de la stabilité et de l'universalité (rotation et révolution terrestres, oscillateurs mécaniques et électriques, horloges atomiques).

L'occasion est alors donnée d'appliquer la cinématique et la dynamique newtoniennes pour inscrire le temps comme variable naturelle des phénomènes évolutifs. Outre l'énergie, l'introduction de la quantité de mouvement permet d'étendre l'étude si fructueuse pour la physique de grandeurs qui se conservent lors d'une évolution.

Les aspects énergétiques interviennent dans ce cadre en particulier pour analyser les causes de dissipation qui altèrent la reproductibilité des phénomènes et donc la qualité des étalons de temps.

La définition du temps atomique et la réalisation des horloges associées font accéder à des échelles de précision telles qu'elles mettent directement en évidence le caractère relatif du temps en fonction de la vitesse relative de l'horloge et de l'observateur, qui est à la base de la relativité restreinte.

Les postulats d'Einstein (1905), qui constituent cette base, aboutissent à affirmer que la vitesse de la lumière dans le vide est la même dans tous les référentiels galiléens. C'est une constante fondamentale de la physique.

L'étude de cette propriété fondamentale dans le cadre d'un enseignement illustre bien la problématique du choix didactique face à la subtilité de la démarche scientifique. Cette subtilité est en l'occurrence celle de l'interrogation d'Einstein se posant la question de l'unité de la physique, entre l'électromagnétisme faisant apparaître une vitesse de propagation des ondes dans le vide indépendante du référentiel et la mécanique newtonienne posant l'additivité des vitesses, sans que l'on sache vraiment si la réponse d'Einstein avait pu être inspirée de tests expérimentaux comme l'expérience de Michelson et Morley.

La réponse d'Einstein sous forme de postulat remet en cause le cadre de la mécanique newtonienne, à savoir une vitesse de la lumière relative et un temps absolu, au profit d'une vitesse de la lumière absolue et un temps relatif.

L'invariance de la vitesse de la lumière dans le vide a été abondamment confirmée par l'expérience (prisme mobile d'Arago 1810, Michelson et Morley 1887, Alväger 1964, Hall Brillet 1979, étoiles doubles, etc.). La liberté didactique du professeur consiste à faire un choix, notamment entre une approche historique, pouvant d'emblée annoncer le postulat et le faire suivre par des tests expérimentaux, et une approche plus « pédagogique », partant des résultats expérimentaux pour rendre plus naturelle ensuite l'hypothèse d'Einstein. En ce sens, le programme se présente selon un ordre qui ne saurait être prescriptif, selon l'esprit général qui l'anime.

Il en va de même du caractère relatif du temps, entre ses notions afférentes (événement, temps propre, temps mesuré, dilatation des durées) et ses confirmations expérimentales ou situations concrètes (désintégration des muons dans l'atmosphère, particules instables dans les accélérateurs, horloges atomiques embarquées, GPS, etc.). À ce titre, on remarquera que la dilatation des durées se prête à analyse quantitative : la relation $\Delta t_m = \gamma \Delta t_p$ avec $\gamma = 1/(1 - (v/c)^2)^{1/2}$ entre durée mesurée et durée propre peut être aisément justifiée (horloge de lumière, « expérience » de la lumière émise dans un bateau).

La mesure du temps (dans une approche classique) s'applique également à l'étude de la transformation de la matière, au travers notamment des facteurs qui influencent le rythme et la durée des évolutions chimiques. La cinétique et la catalyse s'inscrivent dans cette problématique, en se prêtant bien à des approches expérimentales et à des illustrations dans les champs aussi bien naturels qu'industriels.

Structure et transformation de la matière

Le programme de la classe terminale consacre ce thème à l'évolution de la matière au travers des réactions chimiques, en partant des représentations. Ceci pourra être l'occasion de mentionner l'importance des conformations et configurations dans le milieu biologique.

Une première approche de la réactivité est présentée. L'objectif est d'introduire les grandes classes de réactions en chimie organique et de faire percevoir l'idée que l'interaction entre un site nucléophile et un site électrophile fonde la plupart des réactions en chimie organique. Sans entrer dans le détail de leur interprétation par un mécanisme réactionnel, cette approche doit permettre de préparer la compréhension des fondements des réactions qui interviendront lors de la poursuite d'études scientifiques.

Les transformations étudiées s'inscrivent dans les deux grands ensembles de la chimie organique et de la réaction chimique par échange de proton. Au-delà du côté classique de ces exemples, il importera de contextualiser autant que possible leur étude, avec une attention particulière portée aux milieux biologiques, qui permettent aisément de construire des fils rouges.

On notera que les démarches expérimentales portant sur le même objet initial d'étude, comme les solutions par exemple, se prêtent bien aux analyses statistiques dans le cadre de la formation des élèves aux méthodes d'analyse des résultats de mesure.

Énergie, matière et rayonnement

Ce thème porte pour l'essentiel sur le rapport entre énergie et matière, avec un éclairage particulier porté au rayonnement, comme porte d'entrée sur le comportement quantique du réel.

L'étude documentaire doit permettre de saisir le changement des ordres de grandeur lors du passage du macroscopique au microscopique, notamment sur le plan du dénombrement (constante d'Avogadro) ou de la taille des objets. Cette étude doit aussi mettre en évidence l'aspect nécessairement statistique de notre connaissance des systèmes formés d'un grand nombre d'entités microscopiques. Les résultats des observations à très petite échelle fournissent des représentations au moyen d'images (il faudra être prudent sur la signification du terme « visualiser »)

des atomes et des molécules, qui permettent de remonter aux dimensions et à la structure de la matière à ce niveau d'organisation.

L'étude des transferts d'énergie entre systèmes macroscopiques traite de notions de base de la thermodynamique (énergie interne, transferts thermiques, travail, capacité thermique), première étape vers l'étude future de ses principes. L'occasion doit être donnée de mettre en place certains éléments méthodologiques de la thermodynamique : définition du système étudié, identification de la nature et du sens des transferts d'énergie, analyse critique des résultats obtenus et mise en perspective avec des dispositifs réels.

La diversité des transferts thermiques permet d'évoquer l'irréversibilité des phénomènes liée, en particulier aux processus diffusifs, et d'aborder des aspects de la vie courante tenant aux préoccupations énergétiques. Ainsi, les bilans d'énergie peuvent être empruntés au domaine de l'habitat (problématique du chauffage d'une habitation, géothermie, pompe à chaleur, climatiseur, réfrigérateur, etc.), du transport (moteurs, effets thermiques liés au frottement, etc.) ou bien encore celui de la production d'énergie, qui peut être l'occasion pour le professeur de faire un lien avec la thématique sur les enjeux énergétiques de la partie « Agir - défis du XXIème siècle ».

Au niveau quantique, le laser s'avère être un objet et un outil d'étude privilégié des transferts d'énergie. L'étude des émissions et de l'absorption quantiques n'est menée qu'au niveau de leur principe, toute étude théorique plus quantitative (coefficients d'Einstein) étant hors programme. La présentation doit en effet avoir comme seule fin de comprendre le principe du pompage optique et de l'amplification cohérente et directive d'un rayonnement monochromatique incident, dans l'enceinte d'un oscillateur optique.

L'usage du laser peut aisément faire partie des fils rouges du programme (onde électromagnétique, spectroscopie, principe des transferts quantiques, traitement de l'information, etc.).

La dualité onde-corpuscule est une formulation qui s'applique aux manifestations du photon, qui se comporte soit comme une onde, soit comme une particule, selon le contexte expérimental considéré. Mais elle ne doit pas décrire la nature intrinsèque du photon lui-même, qui n'est ni une onde, ni une particule, mais l'archétype d'un objet quantique, appelé parfois « quanton » par les scientifiques.

L'occasion doit pouvoir être saisie d'une similitude des propriétés des ondes de matière et des ondes électromagnétiques, comme dans le cas des électrons et des rayons X. Une illustration naturelle et nécessaire en est celle du microscope électronique où $p = h/\lambda$, soit $\lambda = h/p$, rapportée au phénomène de diffraction, explique la nécessité d'explorer la matière par des particules ou du rayonnement de longueur d'onde nettement plus petite que la taille des objets observés.

L'observation (vidéo) de la réalisation progressive de la figure d'interférences obtenue en émettant le rayonnement photon par photon, ou la matière particule par particule, souligne l'étrangeté éventuelle des phénomènes quantiques pour le sens commun. Elle est une illustration parmi d'autres de l'aspect probabiliste de la réalité quantique, comme peut l'être la désintégration radioactive (cas des muons évoqués plus haut). L'incertitude associée aux phénomènes quantiques, comme sur l'instant auquel se produit une désintégration, ne doit pas laisser croire que toutes les mesures physiques à ce niveau sont incertaines. Ainsi, l'énergie des niveaux quantiques stables peut être connue avec une précision exceptionnelle (de l'ordre de 10^{-13} par exemple pour le premier niveau d'énergie de l'atome d'hydrogène !). Si l'occurrence des phénomènes quantiques individuels ne peut être connue avec précision, la loi des grands nombres permet néanmoins de prévoir précisément le comportement des grands ensembles, c'est-à-dire des systèmes macroscopiques. Il faut bien voir alors que la limite de la précision dans leur connaissance réside dans l'acte de mesure lui-même, alors qu'elle est intrinsèque au niveau microscopique, en raison du caractère probabiliste de la réalité quantique.

Le professeur exerce sa liberté pédagogique en traitant cette partie « Lois et modèles » du programme, dédiée à la modélisation conceptuelle, dans l'ordre des thèmes de son choix.

Agir : défis du XXIème siècle

L'histoire des sociétés montre que la science a acquis « droit de cité » lorsqu'elle a donné aux faits techniques établis de façon empirique une base conceptuelle Universelle permettant de les comprendre, d'en formaliser la théorie pour la réinvestir de façon efficiente.

Si l'on excepte un changement radical des modes de vie, l'activité scientifique et ses applications technologiques s'avèrent être des réponses crédibles aux défis posés à l'Homme, en particulier ceux retenus pour la terminale S : **économiser les ressources et respecter l'environnement, synthétiser des molécules et fabriquer de nouveaux matériaux, transmettre et stocker l'information**, qui prolongent et étendent ceux de la première S.

Les défis du XXIème siècle concernent la planète et l'humanité tout entières. La communication internationale traitant de cette globalité a lieu de plus en plus fréquemment en anglais. Dès lors, la lecture de documents comme ceux relatifs aux protocoles expérimentaux (en synthèse organique par exemple) pourra offrir quelques occasions de se familiariser avec l'usage scientifique de cette langue, sans exclure une autre langue étrangère en fonction de l'origine de l'information et du contexte linguistique de la classe.

Le thème « Créer et innover » est un espace de liberté pour le professeur, qui peut choisir un ou deux sujet(s) d'étude en raison de l'intérêt que ses élèves et lui-même y trouvent, des ressources locales, de l'actualité scientifique, de l'opportunité de découvrir certains métiers de la recherche ou de la possibilité de participer à des actions de promotion de la culture scientifique et technique. À ce titre, le professeur peut trouver des exemples d'actions spécifiques en ce domaine dans celles du dispositif ministériel « Sciences à l'école ».

Ainsi, la partie « Agir : défis du XXI^{ème} siècle » conduit l'élève à percevoir les tendances actuelles de la recherche et du progrès scientifique.

Sur cette partie de programme, la compétence exigible portera sur la rédaction d'une synthèse de document qui permet en effet de mobiliser les capacités d'analyse, d'esprit critique, de synthèse et les méthodes de travail qu'elles supposent, acquises tout au long de la formation.

Le programme est présenté en deux colonnes intitulées :

- Notions et contenus : il s'agit des concepts à étudier ;
- Compétences exigibles : il s'agit de connaissances à mobiliser, de capacités à mettre en œuvre et d'attitudes à acquérir et dont la maîtrise est exigée en fin d'année scolaire. Lorsqu'elles sont écrites en italique, ces compétences sont de nature expérimentale et leur acquisition est indissociable d'une pratique pédagogique dans des conditions indispensables à une activité expérimentale de chaque élève authentique et sûre, et qui intègre dès la classe de première des compétences liées à la précision et aux incertitudes des mesures (**annexe « Mesures et incertitudes »**). Comme pour le programme de première S, la démarche scientifique peut être mise en œuvre dans chacune des trois grandes parties du programme, voire dans chacun des thèmes constituant une de ces grandes parties. Le professeur peut aussi bien avoir une lecture horizontale de son choix de progression thématique (dans une même partie) que verticale (par succession de thèmes appartenant à des parties différentes), en suivant un « fil rouge ».

Ainsi, l'étude des « briques » du vivant permet aisément d'associer l'observation spectroscopique, les mécanismes de la transformation chimique (Comprendre) et les stratégies de la synthèse (Agir). L'exemple des acides aminés, briques des protéines et des enzymes, peut être avancé. On en trouve d'ailleurs un certain nombre (alanine, glycine, acide aspartique, etc.) en des endroits comme les météorites (Murchison) où ils sont en compagnie des constituants de l'ARN et de l'ADN que sont les purines (adénine, guanine) et les pyrimidines (uracile, thymine, cytosine). De telles illustrations de l'Universalité des phénomènes - qui doit être soulignée - sont laissées au libre choix du professeur ; elles ne peuvent en conséquence faire partie des connaissances exigibles de l'élève pour le baccalauréat.

D'autres fils rouges possibles existent, plus larges, comme la thématique générale des ondes (propriétés, sources, détection, traitement de l'information), la spectroscopie comme méthode (principe, expérience, résultats, exploitations), etc. **La seule contrainte est qu'au bout du compte, l'ensemble des notions et contenus explicités dans le programme soient traités dans la perspective de l'acquisition par tous les élèves des compétences exigibles précisées, tout en respectant l'esprit de la démarche scientifique.** Celle-ci ne saurait en effet être dénaturée par le biais d'une liberté pédagogique qui conduirait à reconstituer une pratique dogmatique et académique de l'enseignement scientifique, articulée avec un découpage traditionnel de la discipline.

La liberté de l'enseignant, traduction sur le plan pédagogique de la liberté intellectuelle du chercheur, doit être révélatrice pour les élèves de l'esprit de la démarche scientifique.

Mesures et incertitudes

Informations destinées au professeur

Le tableau suivant résume les notions et compétences spécifiques relatives aux mesures et à leurs incertitudes que les élèves doivent maîtriser à la fin de la formation du lycée. Elles pourront être approfondies avec profit dans le cadre de la spécialité de physique-chimie de la terminale S.

L'ensemble des activités expérimentales, en italique dans la colonne de droite des programmes de première et de terminale, doit progressivement fournir l'occasion de leur mise en œuvre et de leur acquisition.

L'informatique peut jouer un rôle tout à fait particulier en fournissant aux élèves les outils nécessaires à l'évaluation des incertitudes sans qu'ils soient conduits à entrer dans le détail des outils mathématiques utilisés. L'accent doit être mis sur la prise de conscience des causes de limitation de la précision (sources d'erreurs) et de leurs implications sur la qualité de la mesure.

Dans une perspective de compréhension des bases de la métrologie, le professeur pourra mettre en regard la sémantique de ces bases et les acceptions courantes. Pour ces dernières, le vrai est ce qui est indubitable, l'incertain est ce dont on n'est pas sûr et l'erreur est ce qu'on aurait pu ne pas faire.

Dans le langage de la métrologie, il est question de valeur vraie, celle qu'on aurait obtenue avec une mesure parfaite (de précision illimitée). Cette valeur est donc inconnue, elle est même illusoire, en raison de la variabilité des phénomènes. On aura donc une valeur mesurée, et le résultat final de la mesure sera cette valeur, éventuellement issue d'une moyenne, assortie d'une incertitude (en fait un écart-type) résultant d'erreurs. Ici, l'incertitude et l'erreur sont des concepts scientifiques précis ; cette dichotomie peut entraîner des confusions (comme la masse et le poids) que l'enseignant peut souligner.

Formation de l'élève

| Notions et contenus | Compétences expérimentales exigibles |
|---|---|
| Erreurs et notions associées | Identifier les différentes sources d'erreur (de limites à la précision) lors d'une mesure : variabilités du phénomène et de l'acte de mesure (facteurs liés à l'opérateur, aux instruments, etc.). |
| Incertitudes et notions associées | Évaluer et comparer les incertitudes associées à chaque source d'erreur. Évaluer l'incertitude de répétabilité à l'aide d'une formule d'évaluation fournie. Évaluer l'incertitude d'une mesure unique obtenue à l'aide d'un instrument de mesure. Évaluer, à l'aide d'une formule fournie, l'incertitude d'une mesure obtenue lors de la réalisation d'un protocole dans lequel interviennent plusieurs sources d'erreurs. |
| Expression et acceptabilité du résultat | Maîtriser l'usage des chiffres significatifs et l'écriture scientifique. Associer l'incertitude à cette écriture. Exprimer le résultat d'une opération de mesure par une valeur issue éventuellement d'une moyenne et une incertitude de mesure associée à un niveau de confiance. Évaluer la précision relative. Déterminer les mesures à conserver en fonction d'un critère donné. Commenter le résultat d'une opération de mesure en le comparant à une valeur de référence. Faire des propositions pour améliorer la démarche. |

Programme

Observer

Ondes et matière

Les ondes et les particules sont supports d'informations.

Comment les détecte-t-on ? Quelles sont les caractéristiques et les propriétés des ondes ?

Comment réaliser et exploiter des spectres pour identifier des atomes et des molécules ?

Ondes et particules

| Notions et contenus | Compétences exigibles |
|---|--|
| Rayonnements dans l'Univers Absorption de rayonnements par l'atmosphère terrestre. | Extraire et exploiter des informations sur l'absorption de rayonnements par l'atmosphère terrestre et ses conséquences sur l'observation des sources de rayonnements dans l'Univers. Connaître des sources de rayonnement radio, infrarouge et ultraviolet. |
| Les ondes dans la matière Houle, ondes sismiques, ondes sonores. Magnitude d'un séisme sur l'échelle de Richter. Niveau d'intensité sonore. | Extraire et exploiter des informations sur les manifestations des ondes mécaniques dans la matière. Connaître et exploiter la relation liant le niveau d'intensité sonore à l'intensité sonore. |
| Détecteurs d'ondes (mécaniques et électromagnétiques) et de particules (photons, particules élémentaires ou non). | Extraire et exploiter des informations sur : - des sources d'ondes et de particules et leurs utilisations ; - un dispositif de détection. <i>Pratiquer une démarche expérimentale mettant en œuvre un capteur ou un dispositif de détection.</i> |

Caractéristiques et propriétés des ondes

| Notions et contenus | Compétences exigibles |
|---|--|
| <p>Caractéristiques des ondes Ondes progressives. Grandeurs physiques associées. Retard.</p> <p>Ondes progressives périodiques, ondes sinusoïdales.</p> <p>Ondes sonores et ultrasonores. Analyse spectrale. Hauteur et timbre.</p> | <p>Définir une onde progressive à une dimension. Connaître et exploiter la relation entre retard, distance et vitesse de propagation (célérité). <i>Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier qualitativement et quantitativement un phénomène de propagation d'une onde.</i></p> <p>Définir, pour une onde progressive sinusoïdale, la période, la fréquence et la longueur d'onde. Connaître et exploiter la relation entre la période ou la fréquence, la longueur d'onde et la célérité. <i>Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la période, la fréquence, la longueur d'onde et la célérité d'une onde progressive sinusoïdale.</i></p> <p><i>Réaliser l'analyse spectrale d'un son musical et l'exploiter pour en caractériser la hauteur et le timbre.</i></p> |
| <p>Propriétés des ondes Diffraction. Influence relative de la taille de l'ouverture ou de l'obstacle et de la longueur d'onde sur le phénomène de diffraction.</p> <p>Cas des ondes lumineuses monochromatiques, cas de la lumière blanche.</p> <p>Interférences.</p> <p>Cas des ondes lumineuses monochromatiques, cas de la lumière blanche. Couleurs interférentielles.</p> <p>Effet Doppler.</p> | <p>Savoir que l'importance du phénomène de diffraction est liée au rapport de la longueur d'onde aux dimensions de l'ouverture ou de l'obstacle. Connaître et exploiter la relation $\theta = \lambda/a$. Identifier les situations physiques où il est pertinent de prendre en compte le phénomène de diffraction. <i>Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier ou utiliser le phénomène de diffraction dans le cas des ondes lumineuses.</i></p> <p>Connaître et exploiter les conditions d'interférences constructives et destructives pour des ondes monochromatiques. <i>Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier quantitativement le phénomène d'interférence dans le cas des ondes lumineuses.</i></p> <p><i>Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour mesurer une vitesse en utilisant l'effet Doppler.</i> Exploiter l'expression du décalage Doppler de la fréquence dans le cas des faibles vitesses. Utiliser des données spectrales et un logiciel de traitement d'images pour illustrer l'utilisation de l'effet Doppler comme moyen d'investigation en astrophysique.</p> |

Analyse spectrale

| Notions et contenus | Compétences exigibles |
|---|---|
| <p>Spectres UV-visible Lien entre couleur perçue et longueur d'onde au maximum d'absorption de substances organiques ou inorganiques.</p> | <p><i>Mettre en œuvre un protocole expérimental pour caractériser une espèce colorée.</i> Exploiter des spectres UV-visible.</p> |
| <p>Spectres IR Identification de liaisons à l'aide du nombre d'onde correspondant ; détermination de groupes caractéristiques. Mise en évidence de la liaison hydrogène.</p> | <p>Exploiter un spectre IR pour déterminer des groupes caractéristiques à l'aide de tables de données ou de logiciels. Associer un groupe caractéristique à une fonction dans le cas des alcool, aldéhyde, cétone, acide carboxylique, ester, amine, amide. Connaître les règles de nomenclature de ces composés ainsi que celles des alcanes et des alcènes.</p> |

| | |
|--|--|
| <p>Spectres RMN du proton Identification de molécules organiques à l'aide : - du déplacement chimique ; - de l'intégration ; - de la multiplicité du signal : règle des (n+1)-uplets.</p> | <p>Relier un spectre RMN simple à une molécule organique donnée, à l'aide de tables de données ou de logiciels. Identifier les protons équivalents. Relier la multiplicité du signal au nombre de voisins.</p> <p>Extraire et exploiter des informations sur différents types de spectres et sur leurs utilisations.</p> |
|--|--|

Comprendre

Lois et modèles

Comment exploite-t-on des phénomènes périodiques pour accéder à la mesure du temps ? En quoi le concept de temps joue-t-il un rôle essentiel dans la relativité ? Quels paramètres influencent l'évolution chimique ? Comment la structure des molécules permet-elle d'interpréter leurs propriétés ? Comment les réactions en chimie organique et celles par échange de proton participent-elles de la transformation de la matière ? Comment s'effectuent les transferts d'énergie à différentes échelles ? Comment se manifeste la réalité quantique, notamment pour la lumière ?

Temps, mouvement et évolution

| Notions et contenus | Compétences exigibles |
|---|--|
| <p>Temps, cinématique et dynamique newtoniennes Description du mouvement d'un point au cours du temps : vecteurs position, vitesse et accélération.</p> <p>Référentiel galiléen.</p> <p>Lois de Newton : principe d'inertie, $\sum \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$ et principe des actions réciproques.</p> <p>Conservation de la quantité de mouvement d'un système isolé.</p> <p>Mouvement d'un satellite. Révolution de la Terre autour du Soleil.</p> <p>Lois de Kepler.</p> | <p>Extraire et exploiter des informations relatives à la mesure du temps pour justifier l'évolution de la définition de la seconde.</p> <p>Choisir un référentiel d'étude. Définir et reconnaître des mouvements (rectiligne uniforme, rectiligne uniformément varié, circulaire uniforme, circulaire non uniforme) et donner dans chaque cas les caractéristiques du vecteur accélération.</p> <p>Définir la quantité de mouvement \vec{p} d'un point matériel. Connaître et exploiter les trois lois de Newton ; les mettre en œuvre pour étudier des mouvements dans des champs de pesanteur et électrostatique uniformes. <i>Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour étudier un mouvement.</i></p> <p><i>Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour interpréter un mode de propulsion par réaction à l'aide d'un bilan qualitatif de quantité de mouvement.</i></p> <p>Démontrer que, dans l'approximation des trajectoires circulaires, le mouvement d'un satellite, d'une planète, est uniforme. Établir l'expression de sa vitesse et de sa période.</p> <p>Connaître les trois lois de Kepler ; exploiter la troisième dans le cas d'un mouvement circulaire.</p> |

| | |
|---|---|
| <p>Mesure du temps et oscillateur, amortissement</p> <p>Travail d'une force. Force conservative ; énergie potentielle.</p> <p>Forces non conservatives : exemple des frottements.</p> <p>Énergie mécanique.</p> <p>Étude énergétique des oscillations libres d'un système mécanique. Dissipation d'énergie.</p> <p>Définition du temps atomique.</p> | <p><i>Pratiquer une démarche expérimentale pour mettre en évidence :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - les différents paramètres influençant la période d'un oscillateur mécanique ; - son amortissement. <p>Établir et exploiter les expressions du travail d'une force constante (force de pesanteur, force électrique dans le cas d'un champ uniforme).</p> <p>Établir l'expression du travail d'une force de frottement d'intensité constante dans le cas d'une trajectoire rectiligne.</p> <p>Analyser les transferts énergétiques au cours d'un mouvement d'un point matériel.</p> <p><i>Pratiquer une démarche expérimentale pour étudier l'évolution des énergies cinétique, potentielle et mécanique d'un oscillateur.</i></p> <p>Extraire et exploiter des informations sur l'influence des phénomènes dissipatifs sur la problématique de la mesure du temps et la définition de la seconde.</p> <p>Extraire et exploiter des informations pour justifier l'utilisation des horloges atomiques dans la mesure du temps.</p> |
| <p>Temps et relativité restreinte</p> <p>Invariance de la vitesse de la lumière et caractère relatif du temps.</p> <p>Postulat d'Einstein. Tests expérimentaux de l'invariance de la vitesse de la lumière.</p> <p>Notion d'événement. Temps propre. Dilatation des durées. Preuves expérimentales.</p> | <p>Savoir que la vitesse de la lumière dans le vide est la même dans tous les référentiels galiléens.</p> <p>Définir la notion de temps propre. Exploiter la relation entre durée propre et durée mesurée. Extraire et exploiter des informations relatives à une situation concrète où le caractère relatif du temps est à prendre en compte.</p> |
| <p>Temps et évolution chimique : cinétique et catalyse</p> <p>Réactions lentes, rapides ; durée d'une réaction chimique.</p> <p>Facteurs cinétiques. Évolution d'une quantité de matière au cours du temps. Temps de demi-réaction.</p> <p>Catalyse homogène, hétérogène et enzymatique.</p> | <p><i>Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour suivre dans le temps une synthèse organique par CCM et en estimer la durée.</i></p> <p><i>Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour mettre en évidence quelques paramètres influençant l'évolution temporelle d'une réaction chimique : concentration, température, solvant.</i> Déterminer un temps de demi-réaction.</p> <p><i>Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour mettre en évidence le rôle d'un catalyseur.</i> Extraire et exploiter des informations sur la catalyse, notamment en milieu biologique et dans le domaine industriel, pour en dégager l'intérêt.</p> |

Structure et transformation de la matière

| Notions et contenus | Compétences exigibles |
|--|---|
| <p>Représentation spatiale des molécules Chiralité : définition, approche historique.</p> <p>Représentation de Cram.</p> <p>Carbone asymétrique. Chiralité des acides α-aminés.</p> <p>Énantiomérie, mélange racémique, diastéréoisomérisation (<i>Z/E</i>, deux atomes de carbone asymétriques).</p> <p>Conformation : rotation autour d'une liaison simple ; conformation la plus stable.</p> <p>Formule topologique des molécules organiques.</p> <p>Propriétés biologiques et stéréoisomérisation.</p> | <p>Reconnaître des espèces chirales à partir de leur représentation.</p> <p>Utiliser la représentation de Cram.</p> <p>Identifier les atomes de carbone asymétrique d'une molécule donnée.</p> <p>À partir d'un modèle moléculaire ou d'une représentation, reconnaître si des molécules sont identiques, énantiomères ou diastéréoisomères. <i>Pratiquer une démarche expérimentale pour mettre en évidence des propriétés différentes de diastéréoisomères.</i></p> <p><i>Visualiser, à partir d'un modèle moléculaire ou d'un logiciel de simulation, les différentes conformations d'une molécule.</i></p> <p>Utiliser la représentation topologique des molécules organiques.</p> <p>Extraire et exploiter des informations sur : - les propriétés biologiques de stéréoisomères, - les conformations de molécules biologiques, pour mettre en évidence l'importance de la stéréoisomérisation dans la nature.</p> |
| <p>Transformation en chimie organique</p> <p>Aspect macroscopique : - Modification de chaîne, modification de groupe caractéristique. - Grandes catégories de réactions en chimie organique : substitution, addition, élimination.</p> <p>Aspect microscopique : - Liaison polarisée, site donneur et site accepteur de doublet d'électrons. - Interaction entre des sites donneurs et accepteurs de doublet d'électrons ; représentation du mouvement d'un doublet d'électrons à l'aide d'une flèche courbe lors d'une étape d'un mécanisme réactionnel.</p> | <p>Reconnaître les groupes caractéristiques dans les alcool, aldéhyde, cétone, acide carboxylique, ester, amine, amide. Utiliser le nom systématique d'une espèce chimique organique pour en déterminer les groupes caractéristiques et la chaîne carbonée. Distinguer une modification de chaîne d'une modification de groupe caractéristique. Déterminer la catégorie d'une réaction (substitution, addition, élimination) à partir de l'examen de la nature des réactifs et des produits.</p> <p>Déterminer la polarisation des liaisons en lien avec l'électronégativité (table fournie). Identifier un site donneur, un site accepteur de doublet d'électrons. Pour une ou plusieurs étapes d'un mécanisme réactionnel donné, relier par une flèche courbe les sites donneur et accepteur en vue d'expliquer la formation ou la rupture de liaisons.</p> |

| | |
|--|---|
| <p>Réaction chimique par échange de proton Le pH : définition, mesure.</p> <p>Théorie de Brønsted : acides faibles, bases faibles ; notion d'équilibre ; couple acide-base ; constante d'acidité K_a. Échelle des pK_a dans l'eau, produit ionique de l'eau ; domaines de prédominance (cas des acides carboxyliques, des amines, des acides α-aminés).</p> <p>Réactions quasi-totales en faveur des produits : - acide fort, base forte dans l'eau ; - mélange d'un acide fort et d'une base forte dans l'eau.</p> <p>Réaction entre un acide fort et une base forte : aspect thermique de la réaction. Sécurité.</p> <p>Contrôle du pH : solution tampon ; rôle en milieu biologique.</p> | <p><i>Mesurer le pH d'une solution aqueuse.</i></p> <p>Reconnaître un acide, une base dans la théorie de Brønsted. Utiliser les symbolismes \rightarrow, \leftarrow et \rightleftharpoons dans l'écriture des réactions chimiques pour rendre compte des situations observées. Identifier l'espèce prédominante d'un couple acide-base connaissant le pH du milieu et le pK_a du couple. <i>Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour déterminer une constante d'acidité.</i></p> <p>Calculer le pH d'une solution aqueuse d'acide fort ou de base forte de concentration usuelle.</p> <p><i>Mettre en évidence l'influence des quantités de matière mises en jeu sur l'élévation de température observée.</i></p> <p>Extraire et exploiter des informations pour montrer l'importance du contrôle du pH dans un milieu biologique.</p> |
|--|---|

Énergie, matière et rayonnement

| Notions et contenus | Compétences exigibles |
|---|---|
| <p>Du macroscopique au microscopique</p> <p>Constante d'Avogadro.</p> | <p>Extraire et exploiter des informations sur un dispositif expérimental permettant de visualiser les atomes et les molécules.</p> <p>Évaluer des ordres de grandeurs relatifs aux domaines microscopique et macroscopique.</p> |
| <p>Transferts d'énergie entre systèmes macroscopiques Notions de système et d'énergie interne. Interprétation microscopique.</p> <p>Capacité thermique.</p> <p>Transferts thermiques : conduction, convection, rayonnement. Flux thermique. Résistance thermique. Notion d'irréversibilité.</p> <p>Bilans d'énergie.</p> | <p>Savoir que l'énergie interne d'un système macroscopique résulte de contributions microscopiques.</p> <p>Connaître et exploiter la relation entre la variation d'énergie interne et la variation de température pour un corps dans un état condensé.</p> <p>Interpréter les transferts thermiques dans la matière à l'échelle microscopique. Exploiter la relation entre le flux thermique à travers une paroi plane et l'écart de température entre ses deux faces.</p> <p>Établir un bilan énergétique faisant intervenir transfert thermique et travail.</p> |
| <p>Transferts quantiques d'énergie Émission et absorption quantiques. Émission stimulée et amplification d'une onde lumineuse. Oscillateur optique : principe du laser.</p> <p>Transitions d'énergie : électroniques, vibratoires.</p> | <p>Connaître le principe de l'émission stimulée et les principales propriétés du laser (directivité, monochromaticité, concentration spatiale et temporelle de l'énergie). <i>Mettre en œuvre un protocole expérimental utilisant un laser comme outil d'investigation ou pour transmettre de l'information.</i></p> <p>Associer un domaine spectral à la nature de la transition mise en jeu.</p> |

| | |
|--|---|
| <p>Dualité onde-particule Photon et onde lumineuse.</p> <p>Particule matérielle et onde de matière ; relation de de Broglie.</p> <p>Interférences photon par photon, particule de matière par particule de matière.</p> | <p>Savoir que la lumière présente des aspects ondulatoire et particulaire.</p> <p>Extraire et exploiter des informations sur les ondes de matière et sur la dualité onde-particule. Connaître et utiliser la relation $p = h/\lambda$. Identifier des situations physiques où le caractère ondulatoire de la matière est significatif.</p> <p>Extraire et exploiter des informations sur les phénomènes quantiques pour mettre en évidence leur aspect probabiliste.</p> |
|--|---|

Agir

Défis du XXIème siècle

En quoi la science permet-elle de répondre aux défis rencontrés par l'Homme dans sa volonté de développement tout en préservant la planète ?

Économiser les ressources et respecter l'environnement

| Notions et contenus | Compétences exigibles |
|--|---|
| <p>Enjeux énergétiques Nouvelles chaînes énergétiques.</p> <p>Économies d'énergie.</p> | <p>Extraire et exploiter des informations sur des réalisations ou des projets scientifiques répondant à des problématiques énergétiques contemporaines.</p> <p>Faire un bilan énergétique dans les domaines de l'habitat ou du transport. Argumenter sur des solutions permettant de réaliser des économies d'énergie.</p> |
| <p>Apport de la chimie au respect de l'environnement Chimie durable : - économie d'atomes ; - limitation des déchets ; - agro ressources ; - chimie douce ; - choix des solvants ; - recyclage. Valorisation du dioxyde de carbone.</p> | <p>Extraire et exploiter des informations en lien avec : - la chimie durable, - la valorisation du dioxyde de carbone pour comparer les avantages et les inconvénients de procédés de synthèse du point de vue du respect de l'environnement.</p> |
| <p>Contrôle de la qualité par dosage Dosages par étalonnage : - spectrophotométrie ; loi de Beer-Lambert ; - conductimétrie ; explication qualitative de la loi de Kohlrausch, par analogie avec la loi de Beer-Lambert.</p> <p>Dosages par titrage direct. Réaction support de titrage ; caractère quantitatif. Équivalence dans un titrage ; repérage de l'équivalence pour un titrage pH-métrique, conductimétrique et par utilisation d'un indicateur de fin de réaction.</p> | <p><i>Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la concentration d'une espèce à l'aide de courbes d'étalonnage en utilisant la spectrophotométrie et la conductimétrie, dans le domaine de la santé, de l'environnement ou du contrôle de la qualité.</i></p> <p>Établir l'équation de la réaction support de titrage à partir d'un protocole expérimental. <i>Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la concentration d'une espèce chimique par titrage par le suivi d'une grandeur physique et par la visualisation d'un changement de couleur, dans le domaine de la santé, de l'environnement ou du contrôle de la qualité.</i> Interpréter qualitativement un changement de pente dans un titrage conductimétrique.</p> |

Synthétiser des molécules, fabriquer de nouveaux matériaux

| Notions et contenus | Compétences exigibles |
|---|---|
| <p>Stratégie de la synthèse organique Protocole de synthèse organique :</p> <ul style="list-style-type: none"> - identification des réactifs, du solvant, du catalyseur, des produits ; - détermination des quantités des espèces mises en jeu, du réactif limitant ; - choix des paramètres expérimentaux : température, solvant, durée de la réaction, pH ; - choix du montage, de la technique de purification, de l'analyse du produit ; - calcul d'un rendement ; - aspects liés à la sécurité ; - coûts. | <p>Effectuer une analyse critique de protocoles expérimentaux pour identifier les espèces mises en jeu, leurs quantités et les paramètres expérimentaux. Justifier le choix des techniques de synthèse et d'analyse utilisées.</p> <p>Comparer les avantages et les inconvénients de deux protocoles.</p> |
| <p>Sélectivité en chimie organique Composé polyfonctionnel : réactif chimiosélectif, protection de fonctions.</p> | <p>Extraire et exploiter des informations :</p> <ul style="list-style-type: none"> - sur l'utilisation de réactifs chimiosélectifs, - sur la protection d'une fonction dans le cas de la synthèse peptidique, <p>pour mettre en évidence le caractère sélectif ou non d'une réaction.</p> <p><i>Pratiquer une démarche expérimentale pour synthétiser une molécule organique d'intérêt biologique à partir d'un protocole.</i> <i>Identifier des réactifs et des produits à l'aide de spectres et de tables fournis.</i></p> |

Transmettre et stocker de l'information

| Notions et contenus | Compétences exigibles |
|---|--|
| <p>Chaîne de transmission d'informations</p> | <p>Identifier les éléments d'une chaîne de transmission d'informations.</p> <p>Recueillir et exploiter des informations concernant des éléments de chaînes de transmission d'informations et leur évolution récente.</p> |
| <p>Images numériques Caractéristiques d'une image numérique : pixellisation, codage RVB et niveaux de gris.</p> | <p>Associer un tableau de nombres à une image numérique.</p> <p><i>Mettre en œuvre un protocole expérimental utilisant un capteur (caméra ou appareil photo numériques par exemple) pour étudier un phénomène optique.</i></p> |
| <p>Signal analogique et signal numérique Conversion d'un signal analogique en signal numérique.</p> <p>Échantillonnage ; quantification ; numérisation.</p> | <p>Reconnaître des signaux de nature analogique et des signaux de nature numérique.</p> <p><i>Mettre en œuvre un protocole expérimental utilisant un échantillonneur-bloqueur et/ou un convertisseur analogique numérique (CAN) pour étudier l'influence des différents paramètres sur la numérisation d'un signal (d'origine sonore par exemple).</i></p> |

| | |
|--|--|
| <p>Procédés physiques de transmission Propagation libre et propagation guidée. Transmission : - par câble ; - par fibre optique : notion de mode ; - transmission hertzienne.</p> <p>Débit binaire.</p> <p>Atténuations.</p> | <p>Exploiter des informations pour comparer les différents types de transmission.</p> <p>Caractériser une transmission numérique par son débit binaire. Évaluer l'affaiblissement d'un signal à l'aide du coefficient d'atténuation. <i>Mettre en œuvre un dispositif de transmission de données (câble, fibre optique).</i></p> |
| <p>Stockage optique Écriture et lecture des données sur un disque optique. Capacités de stockage.</p> | <p>Expliquer le principe de la lecture par une approche interférentielle. Relier la capacité de stockage et son évolution au phénomène de diffraction.</p> |

Créer et innover

| Notions et contenus | Compétences exigibles |
|---|---|
| <p>Culture scientifique et technique ; relation science-société. Métiers de l'activité scientifique (partenariat avec une institution de recherche, une entreprise, etc.).</p> | <p>Rédiger une synthèse de documents pouvant porter sur : - l'actualité scientifique et technologique ; - des métiers ou des formations scientifiques et techniques ; - les interactions entre la science et la société.</p> |

ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

L'enseignement de spécialité de physique-chimie prépare l'élève à une poursuite d'études scientifiques dans ce domaine en consolidant son choix d'orientation. Il lui permet en effet d'affirmer sa maîtrise de la démarche scientifique ainsi que celle des pratiques expérimentales et lui offre le moyen de tester ses goûts et ses compétences.

En plaçant l'élève en situation de recherche et d'action, cet enseignement lui permet de consolider les compétences associées à une démarche scientifique. L'élève est ainsi amené à développer trois activités essentielles chez un scientifique :

- la pratique expérimentale ;
- l'analyse et la synthèse de documents scientifiques ;
- la résolution de problèmes scientifiques.

Pour cela, le programme de spécialité fait appel à l'étude de trois thèmes, un thème de chimie (l'eau), un thème de physique (son et musique) et un thème (matériaux) qui conjugue des apports de chimie et de physique.

Pour chacun des trois thèmes, le professeur aborde tous les domaines d'étude en développant son enseignement à partir de quelques mots-clés choisis parmi ceux de la colonne de droite du programme.

Ces mots-clés sous-tendent des connaissances nouvelles complétant l'enseignement spécifique. Nécessaires à la compréhension des sujets étudiés, elles ne sont cependant pas exigibles au baccalauréat.

La pratique expérimentale doit être soutenue et diversifiée et favoriser l'initiative des élèves. Pour chaque thème, elle doit prendre en compte leurs centres d'intérêt.

L'analyse et la synthèse de documents scientifiques prolongent les compétences « extraire et exploiter » mises en œuvre dans l'enseignement spécifique. Elles conduisent l'élève à présenter de façon objective et critique, structurée et claire, les éléments qu'il aura extraits et exploités des documents scientifiques mis à sa disposition.

Lors de la démarche de résolution de problèmes scientifiques, l'élève analyse le problème posé pour en comprendre le sens, construit des étapes de résolution et les met en œuvre. Il porte un regard critique sur le résultat, notamment par l'évaluation d'un ordre de grandeur ou par des considérations sur l'homogénéité. Il examine la pertinence des étapes de résolution qu'il a élaborées et les modifie éventuellement en conséquence. Il ne s'agit donc pas pour lui de suivre les étapes de résolution qui seraient imposées par la rédaction d'un exercice, mais d'imaginer lui-même une ou plusieurs pistes pour répondre à la question scientifique posée. C'est sur la façon d'appréhender une question scientifique, sur le choix raisonné de la méthode de résolution et sur les moyens de vérification qu'est centrée la formation de l'élève lors de la démarche de résolution de problème.

Les situations rencontrées par l'élève en cours de formation ainsi qu'au baccalauréat se limiteront aux domaines d'étude des trois thèmes de l'enseignement de spécialité. Le professeur fera largement appel à des situations comportant une dimension expérimentale.

Thème 1 : l'eau

| Domaines d'étude | Mots-clés |
|-------------------------|---|
| Eau et environnement | Mers, océans ; climat ; traceurs chimiques. Érosion, dissolution, concrétion. Surveillance et lutte physico-chimique contre les pollutions ; pluies acides. |
| Eau et ressources | Production d'eau potable ; traitement des eaux Ressources minérales et organiques dans les océans ; hydrates de gaz. |
| Eau et énergie | Piles à combustible. Production de dihydrogène. |

Thème 2 : son et musique

| Domaines d'étude | Mots-clés |
|---------------------------------|--|
| Instruments de musique | Instruments à cordes, à vent et à percussion. Instruments électroniques. Acoustique musicale ; gammes ; harmonies. Traitement du son. |
| Émetteurs et récepteurs sonores | Voix ; acoustique physiologique. Microphone ; enceintes acoustiques ; casque audio. Reconnaissance vocale. |
| Son et architecture | Auditorium ; salle sourde. Isolation phonique ; acoustique active ; réverbération. |

Thème 3 : matériaux

| Domaines d'étude | Mots-clés |
|-------------------------|--|
| Cycle de vie | Élaboration, vieillissement, corrosion, protection, recyclage, élimination. |
| Structure et propriétés | Conducteurs, supraconducteurs, cristaux liquides. Semi-conducteurs, photovoltaïques. Membranes. Colles et adhésifs Tensioactifs, émulsions, mousses. |
| Nouveaux matériaux | Nanotubes, nanoparticules. Matériaux nanostructurés. Matériaux composites Céramiques, verres. Matériaux biocompatibles, textiles innovants. |

Enseignement spécifique et de spécialité des sciences de la vie et de la Terre de la série scientifique - classe terminale

NOR : MENE1119482A

arrêté du 12-7-2011 - J.O. du 20-9-2011

MEN - DGESCO A3-1

Vu code de l'éducation ; arrêté du 27-1-2010 modifié ; avis du CSE du 9-6-2011

Article 1 - Le programme de l'enseignement spécifique et de spécialité des sciences de la vie et de la Terre en classe terminale de la série scientifique est fixé conformément à l'annexe du présent arrêté.

Article 2 - Les dispositions du présent arrêté entrent en application à la rentrée de l'année scolaire 2012-2013.

Article 3 - L'arrêté du 20 juillet 2001 fixant le programme de l'enseignement des sciences de la vie et de la Terre en classe terminale de la série scientifique est abrogé à compter de la rentrée de l'année scolaire 2012-2013.

Article 4 - Le directeur général de l'enseignement scolaire est chargé de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait le 12 juillet 2011

Pour le ministre de l'éducation nationale, de la jeunesse et de la vie associative
et par délégation,
Le directeur général de l'enseignement scolaire,
Jean-Michel Blanquer

Annexe

 Programme

Annexe**Programme de l'enseignement spécifique et de spécialité de SVT
Classe terminale de la série scientifique****ENSEIGNEMENT SPÉCIFIQUE****Préambule****I - Les sciences de la vie et de la Terre au lycée****1. Les sciences de la vie et de la Terre dans le parcours de l'élève en lycée****Les objectifs de l'enseignement des sciences de la vie et de la Terre**

Au lycée, les sciences de la vie et de la Terre sont une voie de motivation et de réussite pour la poursuite de la formation scientifique après le collège et la préparation à l'enseignement supérieur ; elles participent également à l'éducation en matière de santé, sécurité, environnement, de tout élève qui choisira une orientation vers des filières non scientifiques. La discipline vise trois objectifs essentiels :

- **aider à la construction d'une culture scientifique commune** fondée sur des connaissances considérées comme valides tant qu'elles résistent à l'épreuve des faits (naturels ou expérimentaux) et des modes de raisonnement propres aux sciences ;
- **participer à la formation de l'esprit critique et à l'éducation citoyenne** par la prise de conscience du rôle des sciences dans la compréhension du monde et le développement de qualités intellectuelles générales par la pratique de raisonnements scientifiques ;
- **préparer les futures études supérieures** de ceux qui poursuivront sur le chemin des sciences et, au-delà, les métiers auxquels il conduit ; aider par les acquis méthodologiques et techniques ceux qui s'orienteront vers d'autres voies.

Trois thématiques structurantes

Pour atteindre ces objectifs, les programmes s'articulent autour de trois grandes thématiques qui, dans une large mesure, ne sont pas indépendantes.

- **La Terre dans l'Univers, la vie et l'évolution du vivant.** Il s'agit de montrer - dans le cadre des domaines propres aux sciences de la vie et de la Terre - que la science construit, à partir de méthodes d'argumentation rigoureuses fondées sur l'observation du monde, une explication cohérente de son état, de son fonctionnement et de son histoire. Au-delà de la perspective culturelle, cette ligne de réflexion prépare aux métiers les plus proches des sciences fondamentales (recherche, enseignement).

- **Enjeux planétaires contemporains.** Il s'agit de montrer comment la discipline participe à l'appréhension rigoureuse de grands problèmes auxquels l'humanité d'aujourd'hui se trouve confrontée. Au-delà de la préoccupation citoyenne qui prépare chacun à l'exercice de ses responsabilités individuelles et collectives, la perspective utilisée ici conduit aux métiers de la gestion publique, aux professions en lien avec la dynamique de développement durable et aux métiers de l'environnement (agronomie, architecture, gestion des ressources naturelles).

- **Corps humain et santé.** Centrée sur l'organisme humain, cette thématique permet à chacun de comprendre le fonctionnement de son organisme, ses capacités et ses limites. Elle prépare à l'exercice des responsabilités individuelles, familiales et sociales et constitue un tremplin vers les métiers qui se rapportent à la santé (médecine, odontologie, diététique, épidémiologie, etc.).

Ces trois thématiques ne sont en rien des catégories rigides mais bien des directions de réflexion. Elles ne se substituent pas aux découpages traditionnels de la discipline (biologie et géologie par exemple) et conduisent à la découverte progressive des grands domaines qu'elle recouvre. En particulier, les sciences de la Terre conservent une originalité qu'il convient de ne pas nier. Les thèmes généraux aident à montrer la cohérence globale du champ intellectuel concerné, centré sur un objet d'étude - la nature - et des méthodes fondées sur la confrontation entre les idées scientifiques et les faits - naturels ou expérimentaux. Elles aident aussi à situer l'enseignement dispensé dans la perspective de la construction d'un projet de vie propre à chaque élève.

Dans chaque thématique, la construction des savoirs se réalise peu à peu tout au long de la scolarité. Cette continuité est conçue pour faciliter la progressivité des apprentissages, sans pour autant empêcher la souplesse nécessaire à l'élaboration d'un parcours de formation pour chaque élève.

Les sciences de la vie et de la Terre dans le nouveau lycée

L'enseignement des sciences de la vie et de la Terre prend en compte les objectifs généraux de la réforme des lycées. Les bases très générales établies en classe de seconde conduisent, dans les classes de première puis de terminale, à des approfondissements, des généralisations, des approches complémentaires. En terminale S, les enseignements s'inscrivent dans une **logique scientifique encore plus marquée.**

Pour participer à une **meilleure information des élèves** sur les possibilités qui s'offrent à eux, au-delà même du lycée, le programme s'organise, comme cela a été souligné, autour de thématiques qui aident au repérage de grands secteurs d'activités professionnelles. En outre, chaque fois que cela sera possible, les professeurs saisiront les occasions offertes afin d'attirer l'attention sur des métiers plus précis, dont l'exercice professionnel présente un certain rapport avec les questions abordées en classe.

Pour participer à la **prise en compte de la diversité des élèves**, une grande marge de liberté est laissée aux professeurs,

seuls à même de déterminer les modalités pédagogiques adaptées à leurs élèves. En outre, il est toujours possible de diversifier les activités à l'intérieur d'une même classe pour traiter un même point du programme.

2. Les conditions d'exercice de la liberté pédagogique du professeur

Le programme est conçu pour laisser une **très large place à la liberté pédagogique** du professeur et/ou de l'équipe disciplinaire. Cette liberté porte sur les **modalités didactiques** mises en œuvre, sur l'**ordre** dans lequel seront étudiés les thèmes, sur les exemples choisis ainsi que, dans une mesure raisonnable, sur l'**ampleur de l'argumentation** développée dans le cadre de tel ou tel sujet. C'est pour respecter la liberté de choix d'exemples que les objectifs de formation sont définis avec un grand degré de généralité.

Néanmoins, la liberté pédagogique ne saurait émanciper des objectifs de formation rappelés ci-dessus. Pour aider à atteindre ces objectifs, quelques principes didactiques généraux sont rappelés ci-dessous, dont il convient de faire un usage adapté.

Les compétences : une combinaison de connaissances, capacités et attitudes

L'acquisition des connaissances reste un objectif important de l'enseignement, mais il doit être replacé dans un tout dont font aussi partie capacités et attitudes. **Connaissances, capacités et attitudes sont trois objectifs de formation de statuts également respectables.** Ceci conduit à leur porter la même attention au moment de la conception des mises en œuvre pédagogiques, y compris les évaluations. Celles-ci prendront en compte, chaque fois que possible, ces trois objectifs de formation.

Si les connaissances scientifiques à mémoriser sont raisonnables, c'est pour permettre aux enseignants de consacrer du temps pour faire comprendre ce qu'est le savoir scientifique, son mode de construction et son évolution au cours de l'histoire des sciences.

La démarche d'investigation

La poursuite des objectifs de formation méthodologique implique généralement que l'on mette en œuvre une pédagogie active, au cours de laquelle **l'élève participe** à l'élaboration d'un projet et à la construction de son savoir. La démarche d'investigation, déjà pratiquée à l'école primaire et au collège, prend tout particulièrement son sens au lycée et s'appuie le plus souvent possible sur des travaux d'élèves en laboratoire. **Des activités pratiques, envisageables pour chacun des items du programme, seront mises en œuvre le plus souvent possible.** Le professeur s'assurera que les élèves utilisent des méthodes et outils différenciés sur l'ensemble de l'année. Ainsi, chaque élève rencontrera dans les meilleures conditions l'occasion d'aller sur le terrain, de disséquer, de préparer et réaliser des observations microscopiques, d'expérimenter avec l'aide d'un ordinateur, de modéliser, de pratiquer une recherche documentaire en ligne, etc.

L'activité expérimentale offre la possibilité à l'élève de répondre à une situation-problème par la **mise au point d'un protocole, sa réalisation, la possibilité de confrontation entre théorie et expérience, l'exploitation des résultats.** Ainsi, l'élève doit pouvoir élaborer et mettre en œuvre un protocole comportant des expériences afin de mettre à l'épreuve ses hypothèses, faire les schématisations et les observations correspondantes, réaliser et analyser les mesures, en estimer la précision et écrire les résultats de façon adaptée.

Il est d'usage de décrire une démarche d'investigation comme la succession d'un certain nombre d'étapes types :

- une situation motivante suscitant la curiosité ;
- la formulation d'une problématique précise ;
- l'énoncé d'hypothèses explicatives ;
- la conception d'une stratégie ou d'un protocole pour éprouver ces hypothèses ;
- la mise en œuvre du projet ainsi élaboré ;
- la confrontation des résultats obtenus et des hypothèses ;
- l'élaboration d'un savoir mémorisable ;
- l'identification éventuelle de conséquences pratiques de ce savoir.

Ce canevas est la conceptualisation d'une démarche type. Le plus souvent, pour des raisons variées, il convient d'en **choisir quelques aspects pour la conception des séances.** C'est là aussi un espace de liberté pédagogique pour le professeur qui vérifiera toutefois qu'à l'issue de l'année, les différentes étapes auront bien été envisagées et pratiquées. Pour que la démarche d'investigation soit un réel outil de formation, une vision qualitative plutôt que quantitative est préférable : mieux vaut argumenter bien et lentement qu'argumenter mal et trop vite. Cette démarche constitue le cadre intellectuel approprié pour la mise en œuvre d'activités de laboratoire, notamment manipulatoires et expérimentales, indispensables à la construction des savoirs de la discipline.

Les activités en laboratoire doivent aussi être l'occasion d'aborder des tâches complexes. À partir d'une question globale, elles sont l'occasion de développer les compétences des élèves, leur autonomie de raisonnement et leur attitude critique.

Les technologies de l'information et de la communication

Les technologies de l'information et de la communication seront mises en œuvre dans de nombreuses circonstances. Il pourra s'agir d'outils généralistes dont on fera ici un usage spécialisé, notamment **internet** en utilisation conjointe avec des techniques de laboratoire classiques. Mais on veillera aussi à développer les savoir-faire des élèves relativement aux technologies plus spécialisées, comme par exemple **l'expérimentation assistée par ordinateur**, technique indispensable pour une formation moderne et efficace des élèves.

L'usage de **logiciels, généralistes ou spécialisés, y compris** les jeux intelligents qui sont parfois une piste pédagogique envisageable, est encouragé.

Les sciences de la vie et de la Terre participent à la préparation du B2i niveau lycée.

Les productions pédagogiques, les travaux d'élèves, notamment dans le cadre d'une démarche d'investigation, gagneront à être exploités, en classe et en dehors de la classe dans le cadre d'un **environnement numérique de travail** (ENT).

La pratique de démarches historiques

L'approche historique d'une question scientifique peut être une **manière originale de construire une démarche d'investigation**. L'histoire de l'élaboration d'une connaissance scientifique, celle de sa modification au cours du temps, sont des moyens utiles pour comprendre la nature de la connaissance scientifique et son mode de construction, avec ses avancées et éventuelles régressions. Il conviendra de veiller à ce que cette approche ne conduise pas à la simple évocation d'une succession événementielle et à ne pas caricaturer cette histoire au point de donner une fausse idée de la démonstration scientifique : si certains arguments ont une importance historique majeure, il est rare qu'un seul d'entre eux suffise à entraîner une évolution décisive des connaissances scientifiques ; de même, il serait vain de prétendre faire « réinventer » par les élèves, en une ou deux séances, ce qui a nécessité le travail de plusieurs générations de chercheurs.

L'approche de la complexité et le travail de terrain

Le travail de terrain est un moyen privilégié pour **l'approche de la complexité des situations réelles**. Le programme comporte plusieurs items qui se prêtent bien à la réalisation d'un travail hors de l'établissement (sortie géologique, exploration d'un écosystème, visite de laboratoire, de musée scientifique, d'entreprise). Un tel déplacement permettra souvent de collecter des informations utiles pour plusieurs points du programme et susceptibles d'être exploitées à plusieurs moments de l'année.

Un tel travail de terrain doit s'exercer en cohérence avec un projet pédagogique pensé dans le contexte de l'établissement.

L'autonomie des élèves et le travail par atelier

Le lycéen doit se préparer à **une autonomie de pensée et d'organisation qui lui sera indispensable pour réussir ses études supérieures**. Les travaux pratiques se prêtent particulièrement au développement de cette compétence. Pour y parvenir, il est bon de concevoir les séances afin que l'élève dispose d'une certaine marge de manœuvre dans la construction de sa démarche.

La liberté de choix sera parfois exploitée en différenciant les exemples étudiés au sein d'une même classe. Chaque groupe d'élèves a alors en charge l'organisation autonome de son travail, sous la conduite du professeur. Échanges et débats conduisent ensuite à tirer des conclusions plus générales que l'étude collective d'un exemple unique ne le permettrait. Ils sont en outre l'occasion de développer les qualités d'expression, d'écoute et de respect mutuel, dans le cadre des règles de sécurité.

L'évaluation des élèves

Dès la classe de seconde, les évaluations formatives jouent un rôle important pour aider les élèves à s'adapter à leur nouveau cadre de travail.

Les dimensions **diagnostique, formative et sommative** en termes de connaissances, de capacités et d'attitudes ont chacune leur utilité. Le professeur choisit des supports pertinents afin d'aider les élèves le long de leurs parcours. Il facilite ainsi un accompagnement personnalisé permettant un suivi des apprentissages et une orientation éclairée. Sans exagérer le temps annuel consacré à l'évaluation sommative, il convient de concevoir des contrôles réguliers, de durées variées et ciblés sur quelques compétences bien identifiées qui varient d'un sujet à l'autre. L'organisation précise des évaluations dépend de la classe et constitue, tout au long du lycée, un cheminement progressif qui conduit au baccalauréat.

Les activités pratiques individuelles des élèves, qu'il convient de développer le plus souvent possible, sont également l'occasion d'évaluer les acquisitions des capacités techniques et expérimentales. Non seulement le suivi de leur acquisition permet de vérifier le développement d'une forme de rigueur de raisonnement spécifique aux sciences expérimentales, mais encore, c'est une préparation progressive, indispensable dès la classe de seconde, à une forme d'évaluation que les élèves pourront rencontrer au baccalauréat et au cours de leurs études supérieures. L'évaluation de la capacité à communiquer à l'oral est aussi à renforcer.

3. Les sciences de la vie et de la Terre, discipline d'ouverture

Les sciences de la vie et de la Terre sont une discipline ouverte sur les grands problèmes de la société contemporaine, comme le montrent les intitulés du programme eux-mêmes.

Les préoccupations éducatives

Les nombreuses connexions avec les objectifs éducatifs transversaux (santé, environnement, etc.) seront mises en évidence le plus souvent possible.

La convergence avec d'autres disciplines

Au-delà de la complémentarité avec les autres sciences expérimentales que sont les sciences physiques et chimiques, les programmes de sciences de la vie et de la Terre fournissent l'occasion d'interactions avec d'autres disciplines, notamment avec les mathématiques (prise en compte de la variabilité et de la diversité, problèmes d'incertitudes et fiabilité des mesures, formalisation), la géographie, la philosophie et l'EPS.

L'histoire des arts

En continuité avec les préconisations contenues dans les programmes de collège, il est bon de souligner que les sciences de la vie et de la Terre peuvent être l'occasion d'intéressantes relations avec l'enseignement d'histoire des arts. Les professeurs choisiront, en cohérence avec le mode d'organisation de l'enseignement de l'histoire des arts dans l'établissement, les modalités d'interactions qui leur conviennent.

Plusieurs sujets abordés dans le programme s'y prêtent, bien que le choix soit fait de ne pas le souligner au cas par cas le long du déroulé du programme afin de laisser toute liberté de mise en œuvre aux équipes.

À titre d'exemple, on peut citer les évocations littéraires de la biodiversité, de l'évolution ou de leur représentation picturale ainsi que la statuare du corps humain au cours d'un exercice sportif. Les évocations littéraires de la vie des mineurs renseignent sur des conditions d'exploitation souvent révolues aujourd'hui. La représentation d'animaux ou végétaux actuels ou disparus met en scène un dialogue entre les connaissances scientifiques et les pratiques artistiques, etc.

II - Les sciences de la vie et de la terre en classe terminale

Le programme d'enseignement en classe terminale de la série scientifique prend appui sur ceux du collège et de la classe de seconde mais aussi sur les résultats principaux de la classe de première S. De façon à faciliter un changement de filière en fin ou en cours de première, il est possible d'aborder la classe terminale sans avoir à reprendre les démonstrations détaillées conduites en classe de première. Seuls les concepts principaux doivent être acquis. Il va de soi cependant qu'un élève de première non scientifique qui souhaiterait aborder une classe de terminale S devra fournir un effort d'adaptation.

En classe terminale de la série scientifique, les trois thématiques présentées dans le préambule général pour le lycée sont déclinées comme indiqué ci-dessous. Les pourcentages des horaires proposés donnent une indication très générale de la pondération souhaitée entre les thèmes, mais ils ne doivent pas être considérés comme des impératifs rigides. Dans le thème « La Terre dans l'Univers, la vie et l'évolution du vivant » (50 %), on étudie :

- le brassage génétique lié à la reproduction sexuée et quelques aspects de mécanismes de l'évolution ; cette partie intègre l'approche du végétal angiosperme considéré dans son ensemble ;
- quelques aspects des transformations géologiques du domaine continental.

Pour aborder le thème des « Enjeux planétaires contemporains » (17 %), deux questions sont traitées :

- la plante domestiquée par l'Homme ;
- les propriétés thermiques de la Terre comme source possible d'énergie et comme élément de compréhension du fonctionnement de la planète.

Enfin le thème « Corps humain et santé » (33 %) est structuré autour de deux questions :

- quelques aspects des relations immunitaires permettent de stabiliser et compléter des connaissances de collège et de relier cette thématique à une vision évolutive ;
- l'étude de la commande du muscle, conduite en association avec celle du réflexe myotatique, est l'occasion de stabiliser la notion de réflexe tout en fournissant les bases nécessaires concernant le neurone et la synapse.

Chacun remarquera que, tout en restant en phase avec des préoccupations sociétales, les deux derniers thèmes ont un ancrage dans la science fondamentale plus affirmé que dans les classes précédentes, ce qui est la traduction dans le programme de sciences de la vie et de la Terre du caractère plus spécialisé de la classe terminale.

Comme pour les classes de seconde ou de première, la liberté pédagogique du professeur est grande en classe terminale de la série scientifique. Cependant, la nécessité d'assurer la construction d'un corpus commun de compétences et la perspective du baccalauréat conduisent parfois à préciser davantage ce qui est attendu. Chaque fois que c'est possible, le programme indique les concepts à acquérir, les capacités à développer, en laissant souvent ouvert le choix des exemples. Cela entraînera, naturellement, une évolution de la définition des attendus au baccalauréat. Intéresser les élèves, leur donner le goût et l'envie d'études supérieures scientifiques, faciliter leur compréhension et leur mémorisation, sont des préoccupations qui conduisent à recommander une pédagogie active fondée sur le concret. Activités pratiques réelles, en classe et sur le terrain, sont les outils de construction des compétences attendues et exigées pour l'évaluation des capacités expérimentales.

Beaucoup de points abordés dans le programme se prêtent particulièrement bien à des approfondissements disciplinaires ou, plus encore, à des développements transdisciplinaires notamment en accompagnement personnalisé. En classe terminale de la série scientifique, les élèves étudient, en mathématiques, la notion d'intervalle de confiance. Afin d'assurer une cohérence entre les enseignements, il serait bon de présenter les résultats chiffrés utilisés en sciences de la vie et de la Terre en prenant en compte cette nouveauté. Par exemple, les données ponctuelles d'un graphique pourraient être présentées non sous la forme de simples points, mais sous la forme de barres, ainsi qu'il est d'usage dans toutes les publications scientifiques. Sans chercher à prendre en charge l'explicitation de la signification précise de cette représentation, le professeur indiquera l'usage qui en est fait et renverra les élèves aux justifications théoriques proposées dans l'enseignement de mathématiques.

Programme

Le programme est présenté en deux colonnes. Chaque thème comporte une brève introduction qui en indique l'esprit général. **La colonne de gauche liste les connaissances** (en caractère droit) qui doivent être acquises par les élèves à l'issue de la classe terminale.

En italique, la colonne de gauche comporte aussi quelques commentaires qui précisent et limitent les objectifs d'apprentissage, lorsque cela paraît nécessaire :

- en italique simple, quelques **précisions sur les objectifs et mots-clés** (ces mots-clés correspondent à des notions qui n'ont pas été placées directement dans le programme pour de simples questions d'écriture, mais qui doivent être connues des élèves) ;
- entre parenthèses, des indications sur **ce qui a déjà été étudié** et qui ne sera pas reconstruit en terminale (ces acquis peuvent cependant être rappelés) ;
- entre crochets, quelques limites, chaque fois qu'il a semblé nécessaire de rendre parfaitement explicite ce qui n'est pas exigible (il s'agit bien de limites de ce qui est exigible pour les élèves, ce qui ne veut pas dire qu'il est interdit d'en parler dans le déroulement de la construction du savoir) ;
- les convergences les plus marquantes vers d'autres disciplines (ces relations ne sont pas indiquées de façon exhaustive) ;
- la rubrique « pistes » suggère des directions de réflexions susceptibles d'être exploitées dans le cadre de prolongements au-delà du programme lui-même, accompagnement personnalisé, projets ou clubs scientifiques par exemple, de préférence en interdisciplinarité.

La colonne de droite indique les capacités et attitudes dont on attend qu'elles soient exercées dans le cadre de l'item décrit.

En préambule du programme, une liste de **capacités et attitudes générales** est présentée. Celles-ci sont communes à la plupart des items et ne sont pas reprises par la suite. Il convient cependant de ne pas les oublier et d'organiser leur apprentissage sur l'ensemble de l'année.

On observera que, par souci de continuité et de cohérence, le vocabulaire utilisé pour décrire les capacités et attitudes mises en œuvre s'inspire fortement de celui utilisé pour le socle commun de connaissances et de compétences du collège ([B.O.EN n° 29 du 20 juillet 2006](#)) et déjà utilisé pour les programmes en classe de seconde et de première.

La classe terminale est à la fois **l'achèvement du lycée et la porte d'entrée dans l'enseignement supérieur**. Afin de faciliter la poursuite des études, il est bon de saisir les occasions qui se présentent de proposer des bilans simples et synthétiques, souvent sous forme schématique, de ce qui a été construit **au long de l'enseignement secondaire**. Pour faciliter l'identification de ces occasions de bilan, les chapeaux des items du programme comportent, en caractères gras, des suggestions de tels bilans.

Capacités et attitudes développées tout au long du programme

- Pratiquer une démarche scientifique (observer, questionner, formuler une hypothèse, expérimenter, raisonner avec rigueur, modéliser).
- Recenser, extraire et organiser des informations.
- Comprendre le lien entre les phénomènes naturels et le langage mathématique.
- Manipuler et expérimenter.
- Comprendre qu'un effet peut avoir plusieurs causes.
- Exprimer et exploiter des résultats, à l'écrit, à l'oral, en utilisant les technologies de l'information et de la communication.
- Communiquer dans un langage scientifiquement approprié : oral, écrit, graphique, numérique.
- Percevoir le lien entre sciences et techniques.
- Manifester sens de l'observation, curiosité, esprit critique.
- Montrer de l'intérêt pour les progrès scientifiques et techniques.
- Être conscient de sa responsabilité face à l'environnement, la santé, le monde vivant.
- Avoir une bonne maîtrise de son corps.
- Être conscient de l'existence d'implications éthiques de la science.
- Respecter les règles de sécurité.
- Comprendre la nature provisoire, en devenir, du savoir scientifique.
- Être capable d'attitude critique face aux ressources documentaires.
- Manifester de l'intérêt pour la vie publique et les grands enjeux de la société.
- Savoir choisir un parcours de formation.

Thème 1 - La Terre dans l'Univers, la vie, l'évolution du vivant

Thème 1-A Génétique et évolution

Thème 1-A-1 Le brassage génétique et sa contribution à la diversité génétique

En classe de seconde, une première approche de la diversité génétique a été effectuée. En classe de première S, les mutations ont été étudiées à l'échelle moléculaire ainsi que leur contribution à la production de diversité génétique. En classe terminale, on étudie les aspects génétiques de la sexualité en se limitant au cas des organismes pluricellulaires.

Bilans : divisions cellulaires, ADN, gène, allèles, brassage génétique.

| Connaissances | Capacités, attitudes |
|--|---|
| <p>La méiose est la succession de deux divisions cellulaires précédée comme toute division d'un doublement de la quantité d'ADN (réplication). Dans son schéma général, elle produit quatre cellules haploïdes à partir d'une cellule diploïde.</p> <p>Au cours de la méiose, des échanges de fragments de chromatides (crossing-over ou enjambement) se produisent entre chromosomes homologues d'une même paire.</p> <p>Les chromosomes ainsi remaniés subissent un brassage interchromosomique résultant de la migration aléatoire des chromosomes homologues lors de la 1ère division de méiose. Une diversité potentiellement infinie de gamètes est ainsi produite.</p> <p>Des anomalies peuvent survenir. Un crossing-over inégal aboutit parfois à une duplication de gène. Un mouvement anormal de chromosomes produit une cellule présentant un nombre inhabituel de chromosomes. Ces mécanismes, souvent sources de troubles, sont aussi parfois sources de diversification du vivant (par exemple à l'origine des familles multigéniques).</p> <p><i>Objectifs et mots-clés. Brassage génétique inter et intrachromosomique au cours de la méiose. Diversité des gamètes. Stabilité des caryotypes. (Collège, seconde, première. La mitose, les mutations, les allèles. Première idée de la recombinaison.)</i></p> <p><i>[Limites. La nomenclature des phases de la méiose n'est pas exigible. La description cytotogique de la méiose s'appuie sur le seul cas de la production de gamètes chez les animaux diploïdes à cycle monogénétique. Les mécanismes moléculaires de la recombinaison ne sont pas au programme. L'analyse des produits de méiose se limite aux diplontes par l'étude des descendants issus d'un croisement avec un homozygote récessif pour tous les loci étudiés : la génétique des haplontes n'est pas au programme.]</i></p> <p><i>Convergence. Mathématiques : probabilités.</i></p> <p><i>Pistes. Croisement entre la combinatoire génétique et la formalisation mathématique.</i></p> | <p>Ordonner et interpréter des observations microscopiques de cellules en méiose.</p> <p>Effectuer une analyse statistique simple d'un brassage interchromosomique (en analysant des produits de méiose).</p> <p>Représenter schématiquement le déroulement de la méiose à partir d'une cellule diploïde.</p> <p>Effectuer une analyse statistique simple d'un remaniement intrachromosomique (en analysant des produits de méiose)</p> <p>Illustrer schématiquement le mécanisme du crossing-over et ses conséquences génétiques.</p> <p>Illustrer schématiquement les mécanismes expliquant certaines anomalies chromosomiques.</p> |
| <p>Au cours de la fécondation, un gamète mâle et un gamète femelle s'unissent : leur fusion conduit à un zygote. La diversité génétique potentielle des zygotes est immense. Chaque zygote contient une combinaison unique et nouvelle d'allèles. Seule une fraction de ces zygotes est viable et se développe.</p> <p><i>Objectifs et mots-clés. La fécondation est abordée à partir d'un exemple choisi chez une espèce animale présentant un cycle monogénétique diplophasique. (Collège, seconde, première. Première idée des mécanismes de la fécondation.)</i></p> <p><i>[Limites. Seules les notions de portée générale sont exigibles. Si l'élève doit pouvoir illustrer son propos par un exemple, aucun n'est imposé par le programme. Si l'on met en évidence la fusion des matériels nucléaires, les autres phénomènes cellulaires de la fécondation (réaction acrosomiale, réaction corticale, activation métabolique) sont hors programme.]</i></p> <p><i>Pistes. Approche mathématique du risque génétique.</i></p> | <p>Observer et interpréter des observations microscopiques relatives à la fécondation.</p> <p>Réaliser une analyse statistique simple des résultats d'une fécondation</p> <p>Décrire schématiquement un exemple de fécondation et ses conséquences génétiques.</p> |

Thème 1-A-2 Diversification génétique et diversification des êtres vivants

L'association des mutations et du brassage génétique au cours de la méiose et de la fécondation ne suffit pas à expliquer la totalité de la diversification génétique des êtres vivants. Il s'agit ici de donner une idée de l'existence de la diversité des processus impliqués, sans chercher une étude exhaustive. En outre, une diversification des êtres vivants n'est pas toujours liée à une diversification génétique.

Bilan : processus de diversification du vivant.

| Connaissances | Capacités, attitudes |
|---|---|
| <p>D'autres mécanismes de diversification des génomes existent : hybridations suivies de polyploïdisation, transfert par voie virale, etc.</p> <p>S'agissant des gènes impliqués dans le développement, des formes vivantes très différentes peuvent résulter de variations dans la chronologie et l'intensité d'expression de gènes communs, plus que d'une différence génétique.</p> <p>Une diversification des êtres vivants est aussi possible sans modification des génomes : associations (dont symbioses) par exemple.</p> <p>Chez les vertébrés, le développement de comportements nouveaux, transmis d'une génération à l'autre par voie non génétique, est aussi source de diversité : chants d'oiseaux, utilisation d'outils, etc.</p> <p><i>Objectifs et mots-clés. Il s'agit de montrer la variété des mécanismes de diversification à l'œuvre et l'apport de la connaissance des mécanismes du développement dans la compréhension des mécanismes évolutifs.</i></p> <p><i>[Limites. Un traitement exhaustif des mécanismes possibles n'est pas attendu.]</i></p> | <p>Étudier les modalités d'une modification du génome.</p> <p>Comparer des gènes du développement pour en identifier les homologies de séquences.</p> <p>Interpréter un changement évolutif en termes de modification du développement.</p> <p>Étudier un exemple de diversification du vivant sans modification du génome.</p> |

Thème 1-A-3 De la diversification des êtres vivants à l'évolution de la biodiversité

La biodiversité a été définie et présentée comme produit et étape de l'évolution. Dans les classes précédentes, il a été montré que des individus porteurs de diverses combinaisons génétiques peuvent différer par leurs potentiels reproducteurs (plus grande attirance sexuelle exercée sur le partenaire ; meilleure résistance à un facteur du milieu, aux prédateurs ; meilleur accès à la nourriture, etc.). Cette influence, associée à la dérive génétique, conduit à une modification de la diversité génétique des populations au cours du temps.

Bilan : la biodiversité et sa modification.

| Connaissances | Capacités, attitudes |
|--|--|
| <p>Sous l'effet de la pression du milieu, de la concurrence entre êtres vivants et du hasard, la diversité des populations change au cours des générations.</p> <p>L'évolution est la transformation des populations qui résulte de ces différences de survie et du nombre de descendants.</p> <p><i>Objectifs et mots-clés. On insistera sur l'existence d'une survie différentielle et sur la diversité de l'effectif des descendants des individus qui conduisent à une modification des populations. Sélection naturelle et dérive génétique sont replacées dans ce cadre global.</i></p> | <p>Analyser une situation concrète, à partir d'arguments variés (données génétiques, paléontologiques, biologiques, arbres phylogénétiques, etc.).</p> |
| <p>La diversité du vivant est en partie décrite comme une diversité d'espèces.</p> <p>La définition de l'espèce est délicate et peut reposer sur des critères variés qui permettent d'apprécier le caractère plus ou moins distinct de deux populations (critères phénotypiques, interfécondité, etc.). Le concept d'espèce s'est modifié au cours de l'histoire de la biologie.</p> <p>Une espèce peut être considérée comme une population d'individus suffisamment isolés génétiquement des autres populations. Une population d'individus identifiée comme constituant une espèce n'est définie que durant un laps de temps fini.</p> <p>On dit qu'une espèce disparaît si l'ensemble des individus concernés disparaît ou cesse d'être isolé génétiquement. Une espèce supplémentaire est définie si un nouvel ensemble s'individualise.</p> <p><i>Objectifs et mots-clés. Dans la continuité de l'approche des classes précédentes, il convient de montrer que l'espèce est une réalité statistique, collective et que c'est dans cette optique que la spéciation peut être envisagée.</i></p> <p><i>[Limites. Il ne s'agit pas de conduire à une définition incontestable de l'espèce ou de la spéciation, mais simplement de montrer que ce concept dont on ne peut aujourd'hui se passer pour décrire le monde vivant est pourtant d'une nature très délicate.]</i></p> | <p>Analyser des exemples de spéciation dans des contextes et selon des mécanismes variés à partir de documents fournis.</p> <p>Analyser des informations relatives à la définition des limites d'une espèce vivante.</p> <p>Analyser des exemples d'hybrides interspécifiques fertiles ou non.</p> |

Thème 1-A-4 Un regard sur l'évolution de l'Homme

Homo sapiens peut être regardé, sur le plan évolutif, comme toute autre espèce. Il a une histoire évolutive et est en perpétuelle évolution. Cette histoire fait partie de celle, plus générale, des primates.

| Connaissances | Capacités, attitudes |
|---|---|
| <p>D'un point de vue génétique, l'Homme et le chimpanzé, très proches, se distinguent surtout par la position et la chronologie d'expression de certains gènes. Le phénotype humain, comme celui des grands singes proches, s'acquiert au cours du développement pré et postnatal, sous l'effet de l'interaction entre l'expression de l'information génétique et l'environnement (dont la relation aux autres individus).</p> <p>Les premiers primates fossiles datent de - 65 à -50 millions d'années. Ils sont variés et ne sont identiques ni à l'Homme actuel, ni aux autres singes actuels. La diversité des grands primates connue par les fossiles, qui a été grande, est aujourd'hui réduite.</p> <p>Homme et chimpanzé partagent un ancêtre commun récent. Aucun fossile ne peut être à coup sûr considéré comme un ancêtre de l'homme ou du chimpanzé.</p> <p>Le genre <i>Homo</i> regroupe l'Homme actuel et quelques fossiles qui se caractérisent notamment par une face réduite, un dimorphisme sexuel peu marqué sur le squelette, un style de bipédie avec trou occipital avancé et aptitude à la course à pied, une mandibule parabolique, etc. Production d'outils complexes et variété des pratiques culturelles sont associées au genre <i>Homo</i>, mais de façon non exclusive. La construction précise de l'arbre phylogénétique du genre <i>Homo</i> est controversée dans le détail.</p> <p><i>Objectif. Appliquer au cas Homo sapiens les acquis en matière d'évolution. (Collège, première : premières idées sur la place de l'Homme dans l'évolution ; pigments rétinien et place de l'Homme parmi les primates.) [Limites. L'étude de fossiles n'a aucun objectif exhaustif. Il s'agit simplement d'illustrer la diversité des primates fossiles, notamment de ceux habituellement classés dans le genre Homo. Aucun arbre phylogénétique précis n'est exigible mais comment, en s'appuyant sur tel ou tel caractère, on aborde sa construction. La controverse sur le détail précis de l'arbre est évoquée et illustre une question scientifique en devenir. Cependant, les différentes conceptions en présence ne sont en aucun cas exigibles.]</i></p> <p><i>Convergence. Philosophie : Regards croisés sur l'Homme.</i></p> <p><i>Pistes. Étude comparée des primates ; arts de la préhistoire.</i></p> | <p>Comparer les génotypes de différents primates.</p> <p>Positionner quelques espèces de primates actuels ou fossiles, dans un arbre phylogénétique, à partir de l'étude de caractères ou de leurs productions.</p> |

Thème 1-A-5 Les relations entre organisation et mode de vie, résultat de l'évolution : l'exemple de la vie fixée chez les plantes

L'organisation fonctionnelle des plantes (angiospermes) est mise en relation avec les exigences d'une vie fixée en relation avec deux milieux, l'air et le sol. Au cours de l'évolution, des processus trophiques, des systèmes de protection et de communication, ainsi que des modalités particulières de reproduction se sont mis en place. L'objectif de ce thème est, sans rentrer dans le détail des mécanismes, de comprendre les particularités d'organisation fonctionnelle de la plante et de les mettre en relation avec le mode de vie fixé.

Bilans : schéma général de la plante, organisation et fonction de la fleur.

| Connaissances | Capacités, attitudes |
|--|---|
| <p>Les caractéristiques de la plante sont en rapport avec la vie fixée à l'interface sol/air dans un milieu variable au cours du temps.</p> <p>Elle développe des surfaces d'échanges de grande dimension avec l'atmosphère (échanges de gaz, capture de la lumière) et avec le sol (échange d'eau et d'ions). Des systèmes conducteurs permettent les circulations de matières dans la plante, notamment entre systèmes aérien et souterrain.</p> <p>Elle possède des structures et des mécanismes de défense (contre les agressions du milieu, les prédateurs, les variations saisonnières).</p> | <p>Conduire une étude morphologique simple d'une plante commune.</p> <p>Réaliser et observer une coupe anatomique dans une tige ou une racine.</p> <p>Effectuer une estimation (ordre de grandeur) des surfaces d'échanges d'une plante par rapport à sa masse ou son volume. Comparer avec un mammifère par exemple.</p> |

| | |
|---|---|
| <p><i>Objectif et mots-clés. Il s'agit d'aboutir à une vue globale de la plante, de ses différents organes et de leurs fonctions. Un schéma fonctionnel synthétique permet de présenter les notions à retenir. L'étude d'une coupe anatomique permet de repérer les deux grands types de tissus conducteurs. (Collège. Première approche de l'organisation végétale.)</i></p> <p><i>[Limites. Le raisonnement s'appuie uniquement sur l'observation d'une plante en tant qu'organisme. L'anatomie végétale n'est pas un objectif de formation : on se limite au repérage du phloème et du xylème et à l'indication de leurs rôles - sans mécanisme - dans la conduction des sèves. Les mécanismes immunitaires des végétaux ne sont pas au programme.]</i></p> <p><i>Pistes. Modélisation fractale de l'augmentation de surface du système foliaire ou racinaire. Étude d'hormones végétales et de leurs actions sur la croissance, le passage de la mauvaise saison.</i></p> | <p>Représenter schématiquement l'organisation d'une plante-type et savoir en décrire un exemple. Recenser, extraire et exploiter des informations concernant des mécanismes protecteurs chez une plante (production de cuticules, de toxines, d'épines, etc.). Analyser les modalités de résistance d'une plante aux variations saisonnières.</p> |
| <p>L'organisation florale, contrôlée par des gènes de développement, et le fonctionnement de la fleur permettent le rapprochement des gamètes entre plantes fixées.</p> <p>La pollinisation de nombreuses plantes repose sur une collaboration animal pollinisateur/plante produit d'une coévolution.</p> <p>À l'issue de la fécondation, la fleur se transforme en fruits contenant des graines. La dispersion des graines est nécessaire à la survie et à la dispersion de la descendance. Elle repose souvent sur une collaboration animal disséminateur/plante produit d'une coévolution.</p> <p><i>Objectif et mots-clés. Fleur, pistil (ovaire, ovule), étamine, pollen. Fruit, graine. Pollinisation par le vent et les animaux.</i></p> <p><i>[Limites. Seule une vision élémentaire de la reproduction sexuée est ici attendue. Sont explicitement hors programme : la structure du grain de pollen, sa formation, les mécanismes de la double fécondation, les mécanismes de formation de la graine ou du fruit. La coévolution est constatée comme un résultat, mais ses mécanismes ne sont pas demandés. La connaissance exhaustive des gènes du développement floral.]</i></p> <p><i>Pistes. Études de coévolution. Étude des mécanismes de transformation de la fleur en fruit.</i></p> | <p>Réaliser la dissection d'une fleur simple et traduire les observations sous une forme schématique simple (diagramme floral).</p> <p>Mettre en évidence les relations entre une plante et un animal pollinisateur.</p> <p>Mettre en évidence les relations entre une plante et un animal assurant sa dissémination.</p> |

Thème 1-B - Le domaine continental et sa dynamique

En classe de première S, l'attention s'est portée principalement sur les domaines océaniques. On aborde ici les continents. Il s'agit de dégager les caractéristiques de la lithosphère continentale et d'en comprendre l'évolution à partir de données de terrain.

La compréhension de la dynamique de la lithosphère devient ainsi plus complète.

Bilans : granite, gabbro, basalte, péridotite ; le modèle de la tectonique des plaques ; volcanisme, recyclage des matériaux de la croûte ; notions d'érosion, transport, sédimentation.

Thème 1-B-1 La caractérisation du domaine continental : lithosphère continentale, reliefs et épaisseur crustale

La croûte continentale affleure dans les régions émergées. L'examen de données géologiques permet à la fois d'expliquer cette situation et de nuancer cette vision rapide.

Les mécanismes de formation des montagnes sont complexes. On se limite au cas des reliefs liés à un épaississement crustal dont les indices peuvent être retrouvés sur le terrain et/ou en laboratoire.

| Connaissances | Capacités, attitudes |
|---|---|
| <p>La lithosphère est en équilibre (isostasie) sur l'asthénosphère. Les différences d'altitude moyenne entre les continents et les océans s'expliquent par des différences crustales.</p> <p>La croûte continentale, principalement formée de roches voisines du granite, est d'une épaisseur plus grande et d'une densité plus faible que la croûte océanique. L'âge de la croûte océanique n'excède pas 200 Ma, alors que la croûte continentale date par endroit de plus de 4 Ga. Cet âge est déterminé par radiochronologie.</p> <p>Au relief positif qu'est la chaîne de montagnes, répond, en profondeur, une importante racine crustale.</p> | <p>Réaliser et exploiter une modélisation analogique ou numérique pour comprendre la notion d'isostasie.</p> <p>Utiliser des données sismiques et leur traitement avec des logiciels pour évaluer la profondeur du Moho.</p> <p>Déterminer un âge en utilisant la méthode de la droite isochrone.</p> <p>Recenser, extraire et organiser des données de terrain entre autres lors d'une sortie.</p> |

| | |
|---|---|
| <p>L'épaisseur de la croûte résulte d'un épaissement lié à un raccourcissement et un empilement. On en trouve des indices tectoniques (plis, failles, nappes) et des indices pétrographiques (métamorphisme, traces de fusion partielle). Les résultats conjugués des études tectoniques et minéralogiques permettent de reconstituer un scénario de l'histoire de la chaîne.</p> <p><i>Objectifs et mots-clés. Il s'agit de présenter trois grandes caractéristiques continentales : épaisseur crustale, densité crustale, âges variés et parfois très anciens. La radiochronologie des roches est fondée sur la décroissance radioactive naturelle de certains éléments chimiques présents dans les minéraux qui les constituent. On étudie un exemple d'indice tectonique et un indice pétrographique de raccourcissement.</i> [Limites. L'interrogation en SVT au baccalauréat ne portera pas sur les formalisations mathématiques et/ou physiques de la radioactivité. L'étude de radiochronologie se limite à un cas : droite isochrone Rb/Sr. Les connaissances pétrographiques se limitent au rappel de ce qui a été vu en classe de première pour le granite. L'étude de la gravimétrie se limite à l'étude d'une modélisation simple de l'isostasie. Il ne s'agit pas d'étudier dans son ensemble le mécanisme orogénique mais seulement de mettre en évidence l'association sur un exemple de phénomènes tectoniques et pétrographiques.] Convergences. Mathématiques : exponentielles. Physique : radioactivité. Chimie : transformations chimiques, thermodynamique. Pistes. La transformation chimique en phase solide ; les processus de fusion partielle.</p> | <p>Repérer, à différentes échelles, des indices simples de modifications tectoniques ou pétrographiques du raccourcissement et de l'empilement.</p> |
|---|---|

Thème 1-B-2 La convergence lithosphérique : contexte de la formation des chaînes de montagnes

Si les dorsales océaniques sont le lieu de la divergence des plaques et les failles transformantes une situation de coulissage, les zones de subductions sont les domaines de la convergence à l'échelle lithosphérique. Ces régions, déjà présentées en classe de première S, sont étudiées ici pour comprendre une situation privilégiée de raccourcissement et d'empilement et donc de formation de chaînes de montagnes.

| Connaissances | Capacités, attitudes |
|--|--|
| <p>Les chaînes de montagnes présentent souvent les traces d'un domaine océanique disparu (ophiolites) et d'anciennes marges continentales passives. La « suture » de matériaux océaniques résulte de l'affrontement de deux lithosphères continentales (collision). Tandis que l'essentiel de la lithosphère continentale continue de subduire, la partie supérieure de la croûte s'épaissit par empilement de nappes dans la zone de contact entre les deux plaques. Les matériaux océaniques et continentaux montrent les traces d'une transformation minéralogique à grande profondeur au cours de la subduction. La différence de densité entre l'asthénosphère et la lithosphère océanique âgée est la principale cause de la subduction. En s'éloignant de la dorsale, la lithosphère océanique se refroidit et s'épaissit. L'augmentation de sa densité au-delà d'un seuil d'équilibre explique son plongement dans l'asthénosphère. En surface, son âge n'excède pas 200 Ma.</p> <p><i>Objectifs et mots-clés. Subduction, collision. Les indices de subduction ou de collision doivent pouvoir être reconnus sur divers types de documents. La succession est présentée comme un scénario type, jamais parfaitement réalisé sur le terrain. Subsidence thermique. Le rôle moteur de la traction par la lithosphère océanique plongeante complète la compréhension de la tectonique des plaques.</i> Collège. Collision. Première. Nature pétrographique de la lithosphère océanique. [Limites. Les exemples relèvent du choix du professeur, aucune chaîne de montagne n'est privilégiée. Aucune connaissance d'ensemble d'une chaîne de montagne précise n'est attendue.] Convergences. Physique-chimie : diagrammes de phase.</p> | <p>Recenser, extraire et organiser des données de terrain entre autres lors d'une sortie. Repérer à différentes échelles, de l'échantillon macroscopique de roche à la lame mince, des minéraux témoignant de transformations liées à la subduction. Raisonner à l'aide de calculs simples sur le lien entre âge de la lithosphère/densité/subduction.</p> |

Thème 1-B-3 Le magmatisme en zone de subduction : une production de nouveaux matériaux continentaux

Les zones de subduction sont le siège d'une importante activité magmatique qui aboutit à une production de croûte continentale.

| Connaissances | Capacités, attitudes |
|--|--|
| <p>Dans les zones de subduction, des volcans émettent des laves souvent visqueuses associées à des gaz et leurs éruptions sont fréquemment explosives. La déshydratation des matériaux de la croûte océanique subduite libère de l'eau qu'elle a emmagasinée au cours de son histoire, ce qui provoque la fusion partielle des péridotites du manteau sus-jacent. Si une fraction des magmas arrive en surface (volcanisme), la plus grande partie cristallise en profondeur et donne des roches à structure grenue de type granitoïde. Un magma, d'origine mantellique, aboutit ainsi à la création de nouveau matériau continental.</p> <p><i>Objectifs et mots-clés. Accrétion continentale ; granodiorite ; andésite. (Collège. Dynamisme éruptif. Première. Subduction.)</i> <i>[Limites. Les mécanismes de la fusion se limitent à la mise en évidence du rôle de « fondant » de l'eau. Les réactions minéralogiques de déshydratation ne sont pas exigibles.]</i> <i>Pistes. Métamorphisme dans la plaque subduite.</i></p> | <p>Observer à différentes échelles, de l'échantillon macroscopique à la lame mince, les roches mises en place dans un cadre de subduction et comprendre les différences de structures et leur particularités minéralogiques (abondance en minéraux hydroxylés). Réaliser et exploiter les résultats de modélisations numériques de fusion partielle des roches. Comparer les compositions minéralogiques d'un basalte et d'une andésite.</p> |

Thème 1-B-4 La disparition des reliefs

Tout relief est un système instable qui tend à disparaître aussitôt qu'il se forme. Il ne s'agit évidemment pas ici d'étudier de façon exhaustive les mécanismes de destruction des reliefs et le devenir des matériaux de démantèlement, mais simplement d'introduire l'idée d'un recyclage en replaçant, dans sa globalité, le phénomène sédimentaire dans cet ensemble.

| Connaissances | Capacités, attitudes |
|--|--|
| <p>Les chaînes de montagnes anciennes ont des reliefs moins élevés que les plus récentes. On y observe à l'affleurement une plus forte proportion de matériaux transformés et/ou formés en profondeur. Les parties superficielles des reliefs tendent à disparaître. Altération et érosion contribuent à l'effacement des reliefs. Les produits de démantèlement sont transportés sous forme solide ou soluble, le plus souvent par l'eau, jusqu'en des lieux plus ou moins éloignés où ils se déposent (sédimentation). Des phénomènes tectoniques participent aussi à la disparition des reliefs. L'ensemble de ces phénomènes débute dès la naissance du relief et constitue un vaste recyclage de la croûte continentale.</p> <p><i>Objectifs et mots-clés. Il s'agit de montrer que les chaînes de montagnes sont des systèmes dynamiques et disparaissent. Comme les matériaux océaniques, la lithosphère continentale est recyclée en permanence. Les mécanismes sont cependant différents, ce qui explique que la croûte continentale puisse conserver les roches les plus anciennes de la Terre. (Collège. L'eau, agent principal d'érosion, transport, sédimentation ; sédiments, roches sédimentaires.)</i> <i>[Limites. Aucun exemple précis n'est imposé par le programme. La diagenèse n'est pas au programme.]</i> <i>Pistes. Approches quantitatives : flux sédimentaire, réajustements isostatiques, vitesse d'érosion.</i> <i>Convergences. Géographie : altération-climat.</i></p> | <p>Recenser, extraire et organiser des données de terrain entre autres lors d'une sortie. Exploiter des données cartographiques. Utiliser des images ou des données satellites pour qualifier et éventuellement quantifier l'érosion d'un massif actuel (ordre de grandeur). Établir un schéma bilan du cycle des matériaux de la croûte continentale.</p> |

Thème 2 - Enjeux planétaires contemporains

Thème 2-A - Géothermie et propriétés thermiques de la Terre

L'énergie solaire, d'origine externe au globe terrestre, a été largement abordée dans les programmes de sciences de la vie et de la Terre des classes de seconde et de première. Un flux thermique dont l'origine est interne se dirige aussi vers la surface. L'étudier en classe terminale est à la fois prendre conscience d'une ressource énergétique possible et un moyen de comprendre le fonctionnement global de la planète.

Bilan : flux thermique, convection, conduction, énergie géothermique.

| Connaissances | Capacités, attitudes |
|--|---|
| <p>La température croît avec la profondeur (gradient géothermique) ; un flux thermique atteint la surface en provenance des profondeurs de la Terre (flux géothermique). Gradients et flux varient selon le contexte géodynamique. Le flux thermique a pour origine principale la désintégration des substances radioactives contenues dans les roches.</p> <p>Deux mécanismes de transfert thermique existent dans la Terre : la convection et la conduction. Le transfert par convection est beaucoup plus efficace. À l'échelle globale, le flux fort dans les dorsales est associé à la production de lithosphère nouvelle ; au contraire, les zones de subduction présentent un flux faible associé au plongement de la lithosphère âgée devenue dense. La Terre est une machine thermique.</p> <p>L'énergie géothermique utilisable par l'Homme est variable d'un endroit à l'autre. Le prélèvement éventuel d'énergie par l'Homme ne représente qu'une infime partie de ce qui est dissipé.</p> | <p>Exploiter des données extraites des atlas régionaux des ressources géothermales en France, concernant la température des fluides extraits dans ces zones.</p> <p>Exploiter les données recueillies lors d'une sortie locale dans une exploitation géothermique.</p> <p>Exploiter l'imagerie satellitale et les cartes de répartition mondiale du flux thermique pour replacer les exploitations actuelles dans le cadre structural : magmatisme de rifting, de subduction ou de points chauds.</p> <p>Réaliser des mesures de conduction et de convection à l'aide d'un dispositif ExAO et les traiter avec un tableur informatique.</p> |
| <p><i>Objectifs et mots-clés. Il s'agit de montrer le lien étroit entre la compréhension du fonctionnement de la planète et l'utilisation par l'Homme d'une ressource naturelle que l'on peut considérer inépuisable. La compréhension du transfert thermique dans la Terre permet de compléter le schéma de tectonique globale en y faisant figurer la convection mantellique. (Collège, seconde, première. Il convient de réinvestir les résultats des classes antérieures pour aboutir à une compréhension très globale du fonctionnement de la planète.)</i></p> <p><i>[Limites. Aucune formalisation mathématique de la circulation du flux thermique n'est attendue.]</i></p> <p><i>Convergences. Physique : transferts thermiques.</i></p> <p><i>Pistes. Approche mathématique du flux thermique, calcul du gradient géothermique.</i></p> | <p>Réaliser et exploiter une modélisation analogique de convection en employant éventuellement des matériaux de viscosité différente.</p> <p>Exploiter les imageries de tomographies sismiques.</p> |

Thème 2-B La plante domestiquée

Les plantes (on se limite aux angiospermes), directement ou indirectement (par l'alimentation des animaux d'élevage) sont à la base de l'alimentation humaine. Elles constituent aussi des ressources dans différents domaines : énergie, habillement, construction, médecine, arts, pratiques socioculturelles, etc. La culture des plantes constitue donc un enjeu majeur pour l'humanité.

Sans chercher l'exhaustivité, il s'agit de montrer que l'Homme agit sur le génome des plantes cultivées et donc intervient sur la biodiversité végétale. L'utilisation des plantes par l'Homme est une très longue histoire, qui va des pratiques empiriques les plus anciennes à la mise en œuvre des technologies les plus modernes.

Bilan : sélection génétique des plantes ; génie génétique.

| Connaissances | Capacités, attitudes |
|--|--|
| <p>La sélection exercée par l'Homme sur les plantes cultivées a souvent retenu (volontairement ou empiriquement) des caractéristiques génétiques différentes de celles qui sont favorables pour les plantes sauvages. Une même espèce cultivée comporte souvent plusieurs variétés sélectionnées selon des critères différents ; c'est une forme de biodiversité. Les techniques de croisement permettent d'obtenir de nouvelles plantes qui n'existaient pas dans la nature (nouvelles variétés, hybrides, etc.). Les techniques du génie génétique permettent d'agir directement sur le génome des plantes cultivées.</p> <p><i>Objectifs et mots-clés. Il s'agit de montrer les différentes modalités d'action humaine sur les caractéristiques génétiques des plantes cultivées.</i></p> <p><i>[Limites. Les éléments scientifiques introduits ici permettent un débat sur l'usage de telle ou telle méthode, mais il n'entre pas dans les objectifs de l'enseignement scientifique de trancher, à lui seul, la controverse.]</i></p> <p><i>Convergences. Histoire des arts : la modification des aliments de l'Homme au travers de leur représentation picturale. Histoire et géographie : histoire des plantes cultivées et des civilisations.</i></p> | <p>Comparer une plante cultivée et son ancêtre naturel supposé.</p> <p>Recenser, extraire et exploiter des informations afin de comprendre les caractéristiques de la modification génétique d'une plante.</p> |

Thème 3 - Corps humain et santé

Dans ce thème, le projet est d'aborder quelques sujets ayant un rapport direct avec de grandes questions de santé en même temps que les bases scientifiques nécessaires pour les traiter. Il s'agit de montrer que la réflexion sur la santé ne peut être conduite sans des connaissances scientifiques solides.

Thème 3-A Le maintien de l'intégrité de l'organisme : quelques aspects de la réaction immunitaire

Le système immunitaire est constitué d'organes, de cellules et de molécules qui contribuent au maintien de l'intégrité de l'organisme. Le système immunitaire tolère habituellement les composantes de l'organisme mais il réagit à la perception de signaux de danger (entrée d'éléments étrangers, modification des cellules de l'organisme). Par l'activité de ses différents effecteurs, il réduit ou élimine le trouble à l'origine de sa mise en action. La bonne santé d'un individu résulte d'un équilibre dynamique entretenu par des réactions immunitaires en réponse à des dérèglements internes ou des agressions du milieu extérieur (physiques, chimiques ou biologiques). Chez les vertébrés, ce système comprend un ensemble de défenses aux stratégies très différentes : l'immunité innée et l'immunité adaptative.

Bilan : la défense de l'organisme contre les agressions ; immunité ; mémoire immunitaire.

Thème 3-A-1 La réaction inflammatoire, un exemple de réponse innée

| Connaissances | Capacités, attitudes |
|--|---|
| <p>L'immunité innée ne nécessite pas d'apprentissage préalable, est génétiquement héritée et est présente dès la naissance. Elle repose sur des mécanismes de reconnaissance et d'action très conservés au cours de l'évolution. Très rapidement mise en œuvre, l'immunité innée est la première à intervenir lors de situations variées (atteintes des tissus, infection, cancer). C'est une première ligne de défense qui agit d'abord seule puis se prolonge pendant toute la réaction immunitaire.</p> <p>La réaction inflammatoire aiguë en est un mécanisme essentiel. Elle fait suite à l'infection ou à la lésion d'un tissu et met en jeu des molécules à l'origine de symptômes stéréotypés (rougeur, chaleur, gonflement, douleur). Elle prépare le déclenchement de l'immunité adaptative.</p> <p><i>Objectif et mots-clés. Organes lymphoïdes, macrophages, monocytes, granulocytes, phagocytose, mastocytes, médiateurs chimiques de l'inflammation, réaction inflammatoire, médicaments anti-inflammatoires. Il s'agit sur un exemple de montrer le déclenchement d'une réaction immunitaire et l'importance de la réaction inflammatoire.</i> (Collège. Les bases d'immunologie.) [Limites : la description exhaustive du CMH. La description des récepteurs de l'immunité innée (PRR), des signaux de dangers et les signatures des pathogènes (PAMP). La mise en perspective évolutive du système immunitaire est signalée et permet de rattacher la réflexion sur la santé à cette thématique de sciences fondamentales, mais elle ne fait pas l'objet d'une argumentation particulière.]</p> | <p>Observer et comparer une coupe histologique ou des documents en microscopie avant et lors d'une réaction inflammatoire aiguë.</p> <p>Recenser, extraire et exploiter des informations, sur les cellules et les molécules impliquées dans la réaction inflammatoire aiguë.</p> <p>Recenser, extraire et exploiter des informations, y compris expérimentales, sur les effets de médicaments antalgiques et anti-inflammatoires.</p> |

Thème 3-A-2 L'immunité adaptative, prolongement de l'immunité innée

| Connaissances | Capacités, attitudes |
|--|---|
| <p>Alors que l'immunité innée est largement répandue chez les êtres vivants, l'immunité adaptative est propre aux vertébrés. Elle s'ajoute à l'immunité innée et assure une action plus spécifique contre des molécules, ou partie de molécules.</p> <p>Les cellules de l'immunité adaptative ne deviennent effectrices qu'après une première rencontre avec un antigène grâce aux phénomènes de sélection, d'amplification et de différenciation clonales.</p> <p>Les défenses adaptatives associées avec les défenses innées permettent normalement d'éliminer la cause du déclenchement de la réaction immunitaire. Le système immunitaire, normalement, ne se déclenche pas contre des molécules de l'organisme ou de ses symbiotes. Cela est vrai notamment pour la réponse adaptative.</p> <p>Pourtant, les cellules de l'immunité adaptative, d'une grande diversité, sont produites aléatoirement par des mécanismes génétiques complexes qui permettent potentiellement de répondre à une multitude de molécules. La maturation du système immunitaire résulte d'un équilibre dynamique entre la production de cellules et la répression ou l'élimination des cellules autoréactives.</p> | <p>Recenser, extraire et exploiter des informations, y compris expérimentales, sur les cellules et les molécules intervenant dans l'immunité adaptative.</p> <p>Concevoir et réaliser une expérience permettant de caractériser la spécificité des molécules intervenant dans l'immunité adaptative</p> <p>Concevoir et réaliser des expériences permettant de mettre en évidence les immunoglobulines lors de la réaction immunitaire.</p> |

Objectif et mots-clés. Cellule présentatrice de l'antigène, lymphocytes B, plasmocytes, immunoglobulines (anticorps), séropositivité, lymphocytes T CD4, lymphocytes T auxiliaire, interleukine 2, lymphocytes T CD8, lymphocytes T cytotoxiques ; sélection, amplification, différenciation clonales. L'exemple d'une infection virale (grippe) fait comprendre la mise en place des défenses adaptatives et comment, en collaboration avec les défenses innées, elles parviennent à l'élimination du virus. On insistera sur la réponse adaptative à médiation humorale. On profitera de cette étude pour signaler le mode d'action du VIH et la survenue de maladies opportunistes dans le cas du Sida. L'existence d'une maturation du système immunitaire n'est présentée que de façon globale.

[Limites : la description des mécanismes génétiques à l'origine de la diversité du répertoire immunologique. La présentation de l'antigène aux lymphocytes T, la description du cycle de développement du VIH.]

Thème 3-A-3 Le phénotype immunitaire au cours de la vie

| Connaissances | Capacités, attitudes |
|---|--|
| <p>Une fois formés, certains effecteurs de l'immunité adaptative sont conservés grâce à des cellules-mémoires à longue durée de vie. Cette mémoire immunitaire permet une réponse secondaire à l'antigène plus rapide et quantitativement plus importante qui assure une protection de l'organisme vis-à-vis de cet antigène. La vaccination déclenche une telle mémorisation. L'injection de produits immunogènes mais non pathogènes (particules virales, virus atténués, etc.) provoque la formation d'un pool de cellules mémoires dirigées contre l'agent d'une maladie. L'adjuvant du vaccin déclenche la réaction innée indispensable à l'installation de la réaction adaptative. Le phénotype immunitaire d'un individu se forme au gré des expositions aux antigènes et permet son adaptation à l'environnement. La vaccination permet d'agir sur ce phénomène. La production aléatoire de lymphocytes naïfs est continue tout au long de la vie mais, au fil du temps, le pool des lymphocytes mémoires augmente.</p> <p><i>Objectif et mots-clés. Mémoire immunitaire, vaccins. Il s'agit de faire comprendre la base biologique de la stratégie vaccinale qui permet la protection de l'individu vacciné et de la population. On indique que l'adjuvant du vaccin prépare l'organisme au déclenchement de la réaction adaptative liée au vaccin, un peu comme la réaction inflammatoire prépare la réaction adaptative naturelle.</i></p> <p><i>(Collège. Premières idées sur les vaccins.)</i></p> <p><i>[Limites : la description exhaustive des types de vaccins et des pratiques vaccinales.]</i></p> | <p>Recenser, extraire et exploiter des informations sur la composition d'un vaccin et sur son mode d'emploi.</p> |

Thème 3-B Neurone et fibre musculaire : la communication nerveuse

En partant des acquis de la classe de seconde, il s'agit d'apporter une compréhension plus fine du système neuromusculaire et de comprendre un test médical couramment utilisé. C'est aussi l'occasion d'apporter les connaissances indispensables concernant le neurone et la synapse.

Bilan : neurone, synapse chimique ; plasticité cérébrale.

Thème 3-B-1 Le réflexe myotatique, un exemple de commande réflexe du muscle

Le réflexe myotatique sert d'outil diagnostique pour apprécier l'intégrité du système neuromusculaire : par un choc léger sur un tendon, on provoque la contraction du muscle étiré (exemple du réflexe rotulien ou achilléen).

| Connaissances | Capacités, attitudes |
|--|---|
| <p>Le réflexe myotatique est un réflexe monosynaptique. Il met en jeu différents éléments qui constituent l'arc-réflexe. Le neurone moteur conduit un message nerveux codé en fréquence de potentiels d'actions. La commande de la contraction met en jeu le fonctionnement de la synapse neuromusculaire.</p> | <p>Mettre en évidence les éléments de l'arc-réflexe à partir de matériels variés (enregistrements, logiciels de simulation). Observer et comparer des lames histologiques de fibre et de nerf. Observer des lames histologiques pour comprendre l'organisation de la moelle épinière.</p> |

| | |
|--|--|
| <p><i>Objectifs et mots-clés. Les éléments de l'arc-réflexe : stimulus, récepteur, neurone sensoriel, centre nerveux, neurone moteur, effecteur (fibre musculaire). Caractéristiques structurales et fonctionnelles du neurone (corps cellulaire, dendrite, axone, potentiels de repos et d'action). Synapse chimique (bouton synaptique, neuromédiateur - acétylcholine, exocytose, fente synaptique, récepteur post-synaptique, potentiel d'action musculaire). Codage électrique en fréquence, codage chimique en concentration. [Limites. Sont hors programme : les mécanismes ioniques des potentiels membranaires, les potentiels de récepteurs, les potentiels post-synaptiques et les mécanismes de déclenchement du potentiel d'action musculaire, le couplage excitation-contraction.]</i></p> | <p>Recenser, extraire et exploiter des informations, afin de caractériser le fonctionnement d'une synapse chimique. Interpréter les effets de substances pharmacologiques sur le fonctionnement de synapses chimiques.</p> |
|--|--|

Thème 3-B-2 De la volonté au mouvement

Si le réflexe myotatique sert d'outil diagnostique pour identifier d'éventuelles anomalies du système neuromusculaire local, il n'est pas suffisant car certaines anomalies peuvent résulter d'anomalies touchant le système nerveux central et se traduire aussi par des dysfonctionnements musculaires. Ainsi, les mouvements volontaires sont contrôlés par le système nerveux central.

| Connaissances | Capacités, attitudes |
|--|--|
| <p>L'exploration du cortex cérébral permet de découvrir les aires motrices spécialisées à l'origine des mouvements volontaires. Les messages nerveux moteurs qui partent du cerveau cheminent par des faisceaux de neurones qui descendent dans la moelle jusqu'aux motoneurones. C'est ce qui explique les effets paralysants des lésions médullaires. Le corps cellulaire du motoneurone reçoit des informations diverses qu'il intègre sous la forme d'un message moteur unique et chaque fibre musculaire reçoit le message d'un seul motoneurone.</p> <p><i>Objectifs et mots-clés. Motoneurone, aire motrice. En se limitant à l'exploitation d'imageries cérébrales simples, il s'agit de montrer l'existence d'une commande corticale du mouvement. [Limites. Les voies nerveuses de la motricité volontaire sont hors programme.]</i></p> | <p>Recenser, extraire et exploiter des informations, afin de caractériser les aires motrices cérébrales.</p> |

Thème 3-B-3 Motricité et plasticité cérébrale

Le système nerveux central peut récupérer ses fonctions après une lésion limitée. La plasticité des zones motrices explique cette propriété.

| Connaissances | Capacités, attitudes |
|--|--|
| <p>La comparaison des cartes motrices de plusieurs individus montre des différences importantes. Loin d'être innées, ces différences s'acquièrent au cours du développement, de l'apprentissage des gestes et de l'entraînement. Cette plasticité cérébrale explique aussi les capacités de récupération du cerveau après la perte de fonction accidentelle d'une petite partie du cortex moteur. Les capacités de remaniements se réduisent tout au long de la vie, de même que le nombre de cellules nerveuses. C'est donc un capital à préserver et entretenir.</p> <p><i>Objectifs et mots-clés. En s'appuyant sur les notions sur la plasticité cérébrale acquise en première par l'étude de la vision, il s'agit de montrer que cette plasticité affecte aussi le cortex moteur et l'importance de cette plasticité, tant dans l'élaboration d'un phénotype spécifique que dans certaines situations médicales. (Première. Notions sur la plasticité cérébrale.) [Limites. La plasticité cérébrale n'est pas abordée dans ses mécanismes moléculaires : on se contente de constater des modifications des aires corticales.]</i></p> | <p>Recenser et exploiter des informations afin de mettre en évidence la plasticité du cortex moteur.</p> |

ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

L'enseignement de spécialité de sciences de la vie et de la Terre prépare l'élève à une poursuite d'études dans ces domaines scientifiques en renforçant l'acquisition des connaissances et démarches spécifiques qui y sont associées. Le programme est organisé en trois thèmes, dans le respect de la logique structurant les programmes du lycée en relation avec les Univers-métiers correspondants. C'est l'occasion pour l'élève de mieux appréhender la perspective de ses futures études, de préciser son choix d'orientation et de faciliter la transition vers l'enseignement supérieur. L'enseignement de spécialité se doit d'être délibérément concret. Les objectifs de connaissance sont ainsi modestes, mais ils doivent être acquis grâce à la mise en œuvre de démarches d'investigation (fondées sur le raisonnement, l'observation, l'habileté expérimentale, le débat argumenté, etc.) qui offrent une place prépondérante à l'initiative de l'élève, au développement de son autonomie et de ses compétences. Les thèmes abordés permettront notamment de développer par la pratique des capacités méthodologiques portant sur la microscopie, l'expérimentation (éventuellement assistée par ordinateur), l'analyse du terrain, la recherche documentaire, la modélisation numérique, etc.

Thème 1 - La Terre dans l'Univers, la vie et l'évolution de la vie Énergie et cellule vivante (on se limite aux cellules eucaryotes)

Tout système vivant échange de la matière et de l'énergie avec ce qui l'entoure. Il est le siège de couplages énergétiques.

- La cellule chlorophyllienne des végétaux verts effectue la photosynthèse grâce à l'énergie lumineuse. Le chloroplaste est l'organite clé de cette fonction. La phase photochimique produit des composés réduits RH_2 et de l'ATP. La phase chimique produit du glucose à partir de CO_2 en utilisant les produits de la phase photochimique.

[Les mécanismes moléculaires de la chaîne photosynthétique et la conversion chimio-osmotique ne sont pas au programme. Seuls les bilans devront être mémorisés. La réduction dans le chloroplaste d'autres substances minérales que le CO_2 n'est pas au programme.]

- La plupart des cellules eucaryotes (y compris les cellules chlorophylliennes) respirent : à l'aide de dioxygène, elles oxydent la matière organique en matière minérale. La mitochondrie joue un rôle majeur dans la respiration cellulaire. L'oxydation du glucose comprend la glycolyse (dans le cytoplasme) puis le cycle de Krebs (dans la mitochondrie) : dans leur ensemble, ces réactions produisent du CO_2 et des composés réduits $R'H_2$. La chaîne respiratoire mitochondriale permet la réoxydation des composés réduits ainsi que la réduction de dioxygène en eau. Ces réactions s'accompagnent de la production d'ATP qui permet les activités cellulaires.

[Le détail des réactions chimiques, les mécanismes de la chaîne respiratoire et la conversion chimio-osmotique ne sont pas au programme.]

- Certaines cellules eucaryotes réalisent une fermentation. L'utilisation fermentaire d'une molécule de glucose produit beaucoup moins d'ATP que lors de la respiration.

[On se limite aux fermentations alcoolique et lactique.]

- La fibre musculaire utilise l'ATP fourni, selon les circonstances, par la fermentation lactique ou la respiration.

L'hydrolyse de l'ATP fournit l'énergie nécessaire aux glissements de protéines les unes sur les autres qui constituent le mécanisme moléculaire à la base de la contraction musculaire.

[Les autres aspects de l'énergétique de la fibre musculaire sont exclus.]

- L'ATP joue un rôle majeur dans les couplages énergétiques nécessaires au fonctionnement des cellules. [L'étude préalable des différents exemples du programme permet d'aboutir à une conclusion générale qui ne génère pas en elle-même d'étude complémentaire.]

Thème 2 - Enjeux planétaires contemporains

Atmosphère, hydrosphère, climats : du passé à l'avenir

Les enveloppes fluides de la Terre (atmosphère et hydrosphère) sont le siège d'une dynamique liée notamment à l'énergie reçue du Soleil. Elles sont en interaction permanente avec la biosphère et la géosphère. Le climat, à l'échelle globale ou locale, est à la fois le résultat de ces interactions et la condition de leur déroulement. La compréhension, au moins partielle, de cette complexité permet d'envisager une gestion raisonnée de l'influence de l'Homme. Sans chercher l'exhaustivité, l'objectif de ce thème est d'aborder quelques aspects de la relation entre histoire des enveloppes fluides de la Terre et histoire du climat.

- L'atmosphère initiale de la Terre était différente de l'atmosphère actuelle. Sa transformation est la conséquence, notamment, du développement de la vie. L'histoire de cette transformation se trouve inscrite dans les roches, en particulier celles qui sont sédimentaires.

[Il s'agit de traiter le passage de l'atmosphère primitive à l'atmosphère oxydante en s'appuyant sur un nombre limité d'arguments pétrographiques.]

- Les bulles d'air contenues dans les glaces permettent d'étudier la composition de l'air durant les 800 000 dernières années y compris des polluants d'origine humaine. La composition isotopique des glaces et d'autres indices (par exemple la palynologie) permettent de retracer les évolutions climatiques de cette période.

[Les élèves doivent connaître les apports essentiels de la glaciologie. Aucun autre argument n'est exigible, mais les élèves devront pouvoir étudier des documents permettant de les mettre en évidence.]

- L'effet de serre, déterminé notamment par la composition atmosphérique, est un facteur influençant le climat global. La modélisation de la relation effet de serre/climat est complexe. Elle permet de proposer des hypothèses d'évolutions possibles du climat de la planète notamment en fonction des émissions de gaz à effet de serre induites par l'activité humaine. [L'ensemble des mécanismes agissant sur le climat n'est pas au programme, mais on indiquera que l'effet de serre n'est qu'un facteur parmi d'autres. En particulier, l'influence des paramètres astronomiques pourra être évoquée, mais n'est pas exigible des élèves au baccalauréat.]

- Sur les grandes durées (par exemple pendant le dernier milliard d'années), les traces de variations climatiques importantes sont enregistrées dans les roches sédimentaires. Des conditions climatiques très éloignées de celles de l'époque actuelle ont existé.

[On étudie seulement un exemple permettant de reconstituer les conditions climatiques et leur explication en termes de géodynamique. L'histoire de la variation du climat en elle-même est hors programme ainsi que l'étude exhaustive des relations entre géodynamique et climat.]

Thème 3 - Corps humain et santé

Glycémie et diabète

La glycémie est un paramètre du milieu intérieur. Son maintien par l'organisme dans une gamme de valeurs étroite est un indicateur et une condition de bonne santé.

- Les glucides à grosses molécules des aliments sont transformés en glucose grâce à l'action d'enzymes digestives. Les enzymes sont des protéines qui catalysent des transformations chimiques spécifiques (ici celles de la digestion). [La digestion n'est pas en elle-même au programme. Elle est simplement l'occasion d'enseigner les notions fondamentales concernant les enzymes.]

- La régulation de la glycémie repose notamment sur les hormones pancréatiques : insuline et glucagon.

[Les autres mécanismes physiologiques de régulation de la glycémie sont exclus.]

- Le diabète de type 1 résulte de la perturbation de la régulation de la glycémie provoquée par l'arrêt ou l'insuffisance d'une production pancréatique d'insuline. L'absence ou l'insuffisance de l'insuline est due à une destruction auto-immune des cellules β des îlots de Langerhans. Le diabète de type 2 s'explique par la perturbation de l'action de l'insuline.

[Les mécanismes de la réaction auto-immune sont exclus.]

- Le déclenchement des diabètes est lié à des facteurs variés, génétiques et environnementaux.

[La référence au surpoids, envisagée sous l'angle du lien avec le diabète de type 2, n'entraîne aucune étude exigible du tissu adipeux ou du métabolisme lipidique.]

Enseignement de spécialité d'informatique et sciences du numérique de la série scientifique - classe terminale

NOR : MENE1119484A

arrêté du 12-7-2011 - J.O. du 20-9-2011

MEN - DGESCO A3-1

Vu code de l'éducation ; arrêté du 27-1-2010 modifié ; avis du CSE du 9-6-2011

Article 1 - Le programme de l'enseignement de spécialité d'informatique et sciences du numérique en classe terminale de la série scientifique est fixé conformément à l'annexe du présent arrêté.

Article 2 - Les dispositions du présent arrêté entrent en application à la rentrée de l'année scolaire 2012-2013.

Article 3 - Le directeur général de l'enseignement scolaire est chargé de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait le 12 juillet 2011

Pour le ministre de l'éducation nationale, de la jeunesse et de la vie associative
et par délégation,

Le directeur général de l'enseignement scolaire,
Jean-Michel Blanquer

Annexe

Programme de l'enseignement de spécialité d'informatique et sciences du numérique Classe terminale de la série S

1 - Préambule

Les sciences informatiques, et plus généralement les sciences du numérique, ont aujourd'hui envahi nos vies professionnelles et personnelles. Elles ont entraîné des mutations profondes dans nos sociétés (culture, sciences, économie, politique, etc.). Pourtant, seule une faible partie de la population maîtrise les mécanismes fondamentaux qui régissent ces mutations et est en mesure d'apprécier les enjeux sociétaux qui en découlent. L'enseignement de l'informatique au lycée peut contribuer à réduire cette fracture.

L'objectif de l'enseignement de spécialité ISN en classe terminale de la série S n'est pas de former des experts en informatique, mais plutôt de fournir aux élèves quelques notions fondamentales et de les sensibiliser aux questions de société induites.

Il s'agit d'un enseignement d'ouverture et de découverte des problématiques actuelles, adapté à la société d'aujourd'hui, qui valorise la créativité et contribue à l'orientation.

2 - Mise en activité de l'élève

Afin de refléter le caractère scientifique et technique propre à la discipline et de développer l'appétence des élèves en faveur de cet enseignement nouveau pour eux, il convient de les mettre en situation d'activité aussi souvent que possible. Une pédagogie de projet est à privilégier pour favoriser l'émergence d'une dynamique de groupe. Dans ce cadre, le professeur joue un rôle central : il impulse et coordonne les projets, anime les débats et met en place

l'évaluation et ses modalités.

L'informatique étant connexe à de nombreux domaines, il est utile d'envisager un travail pluridisciplinaire : la complémentarité des approches, associée à la richesse d'un travail collaboratif, joue un rôle stimulant pour les élèves et les équipes pédagogiques. Le professeur peut s'appuyer sur la mise en place d'exposés suivis de débats au sein de la classe pour introduire des questions sociétales liées à la généralisation du numérique. Enfin, lors de la préparation des exposés, comme lors du développement des projets, le professeur guide les élèves dans leurs recherches documentaires s'appuyant sur des livres ou des ressources présentes sur le Web.

La progression peut suivre un rythme annuel construit autour de périodes spécifiques favorisant une alternance entre différents types d'activités (acquisition de nouveaux savoirs, exposés, projets) permettant d'entretenir l'intérêt des élèves et de développer leur autonomie.

Les activités pratiques et la réalisation de projets sont organisées dans une salle qui permet d'enseigner les bases et notions théoriques fondamentales, avec un recours possible aux outils numériques de présentation adaptés. Un environnement numérique suffisamment ouvert est choisi pour favoriser cette dynamique de projet.

3 - Les projets

Les projets réalisés par les élèves, sous la conduite du professeur, constituent un apprentissage fondamental tant pour la compréhension de l'informatique et des sciences du numérique que pour l'acquisition de compétences variées. Ils peuvent porter sur des problématiques issues d'autres disciplines et ont essentiellement pour but d'imaginer des solutions répondant à l'expression d'un besoin.

Les compétences mises en jeu au cours du développement d'un projet peuvent être regroupées ainsi :

- proposer une approche fonctionnelle qui réponde aux besoins ;
- conduire des recherches documentaires ;
- concevoir des programmes en autonomie ;
- gérer les étapes de l'avancement du projet en dialogue et en interaction avec le professeur.

Les activités des élèves sont organisées autour d'une équipe de projet formée de deux ou trois élèves et dont le fonctionnement est guidé par une démarche incluant des points d'étape pour faire un bilan avec le professeur, valider des éléments, contrôler ou modifier l'avancement du projet, voire le redéfinir partiellement.

L'enseignant veille à ce que les projets choisis par les élèves restent d'une ambition raisonnable afin de ne pas empiéter sur le temps consacré aux autres disciplines. Un projet mené durant la seconde partie d'année permet de mettre en œuvre les savoirs et capacités acquises et donne lieu à un rapport écrit d'une dizaine de pages au maximum.

Au long de l'année, l'évaluation du travail de l'élève s'appuie sur les capacités mentionnées ci-dessous, sans nécessairement les mettre toutes en jeu.

4 - Éléments de programme

Le programme est construit autour de quatre parties : **représentation de l'information, algorithmique, langages et programmation, architectures matérielles**. Les séquences pédagogiques ont vocation à être construites en combinant des savoirs et capacités extraits des quatre parties du programme.

Organisation : les éléments du programme sont présentés à l'aide d'un tableau en trois colonnes : **Savoirs, Capacités, Observations**.

Une partie des savoirs et capacités, repérés par le signe distinctif ♦, sont optionnels et seront traités en fonction des équipements disponibles ainsi que des orientations pédagogiques choisies par les enseignants.

4.1 Représentation de l'information

Dans un contexte informatique, l'information est représentée par des suites de nombres. La numérisation est l'opération qui associe à un objet réel du monde physique une description à l'aide d'un ensemble d'informations exploitables par un ordinateur ou, plus généralement, une machine numérique. À cause de l'échantillonnage sous-

jacent, la numérisation induit des effets importants sur la qualité de l'information numérique. Elle entraîne des conditions spécifiques de création, de stockage, de traitement et de circulation de l'information.

Les capacités de traitement et de stockage des ordinateurs croissent de façon continue depuis leur apparition. Il est donc crucial d'organiser ces flux d'informations en local sur une machine ou de façon distribuée sur un réseau.

L'intégration croissante du numérique dans les activités humaines et la numérisation de l'information suscitent des transformations culturelles, socio-économiques, juridiques et politiques profondes qui font apparaître de nouvelles opportunités, de nouveaux risques et de nouvelles contraintes qu'il convient d'étudier.

| Savoirs | Capacités | Observations |
|---|---|---|
| <p>Représentation binaire Un ordinateur est une machine qui manipule des valeurs numériques représentées sous forme binaire.</p> | <p>Manipuler à l'aide d'opérations élémentaires les trois unités de base : bit, octet, mot.</p> | <p>On met en évidence, sous forme de questionnement, la présence du numérique dans la vie personnelle et professionnelle, au travers d'exemples.</p> |
| <p>Opérations booléennes Présentation des opérations booléennes de base (et, ou, non, ou exclusif).</p> | <p>Exprimer des opérations logiques simples par combinaison d'opérateurs de base.</p> | <p>On découvre les opérations logiques de base à l'aide d'exercices simples et on met en évidence ces opérations dans les mécanismes de recherche. En parallèle avec les séances d'algorithmique, on peut expliquer le principe d'addition de deux octets.</p> |
| <p>Numérisation L'ordinateur manipule uniquement des valeurs numériques. Une étape de numérisation des objets du monde physique est donc indispensable.</p> | <p>Coder un nombre, un caractère au travers d'un code standard, un texte sous forme d'une liste de valeurs numériques. Numériser une image ou un son sous forme d'un tableau de valeurs numériques.</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Modifier format, taille, contraste ou luminance d'images numériques. ◆ Filtrer et détecter des informations spécifiques. ◆ Créer une image à l'aide d'un logiciel de modélisation. | <p>Il est ici utile de faire référence à des notions technologiques introduites à propos des architectures matérielles. Les images et les sons sont choisis comme contexte applicatif et sont manipulés via des logiciels de traitement ou de synthèse. Le traitement numérique de la lumière et du son est en lien avec les principes physiques sous-jacents, qu'il est utile d'évoquer au moment voulu.</p> |
| <p>Formats Les données numériques sont agencées de manière à en faciliter le stockage et le traitement. L'organisation des données numériques respecte des formats qui sont soit des standards de fait, soit</p> | <p>Identifier quelques formats de documents, d'images, de données sonores. Choisir un format approprié par rapport à un usage ou un besoin, à une qualité, à des limites.</p> | <p>Le choix d'un format approprié pose le problème de l'interopérabilité, qui est le fait d'assurer un usage sans restriction des mêmes données sur un système différent.</p> |

| | | |
|---|--|--|
| des normes. | | |
| <p>Compression</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Notion de compression de données. ◆ Compression avec et sans perte d'information. | <p>◆ Utiliser un logiciel de compression.</p> | <p>On met en évidence l'effet de la compression d'une image ou d'un son en comparant deux systèmes de compression (avec ou sans perte).</p> |
| <p>Structuration et organisation de l'information</p> <p>On manipule de grandes quantités d'informations. Il est nécessaire de les organiser.</p> | <p>Classer des informations, notamment sous forme d'une arborescence.</p> | <p>On peut ici étudier le système d'organisation de fichiers en dossiers. Un ensemble de documents unis par des liens hypertextes fournit un exemple de classement de type graphe.</p> |
| <p>Persistance de l'information</p> <p>Les données, notamment personnelles, sont susceptibles d'être mémorisées pour de longues périodes sans maîtrise par les personnes concernées.</p> | <p>Prendre conscience de la persistance de l'information sur les espaces numériques interconnectés.</p> <p>Comprendre les principes généraux permettant de se comporter de façon responsable par rapport au droit des personnes dans les espaces numériques.</p> | <p>La persistance de l'information se manifeste tout particulièrement au sein des disques durs mais aussi des mémoires caches. Elle interagit avec le droit à la vie privée et fait naître une revendication du « droit à l'oubli ».</p> |
| <p>Non-rivalité de l'information</p> <p>Existence de lois régissant la détention et la circulation de données numériques.</p> | <p>Prendre conscience de la non-rivalité des biens immatériels.</p> <p>Distinguer différents types de licences (libres, propriétaires).</p> | <p>La non-rivalité d'un bien se définit par le fait que son usage par une personne n'en limite pas l'usage par d'autres (ainsi, le poste de radio est rival mais l'émission ne l'est pas).</p> <p>À l'occasion d'exposés suivis de débats, on sensibilise les élèves à l'évolution des valeurs et du droit (en France et ailleurs) induite par l'émergence de biens immatériels.</p> |

4.2 Algorithmique

Un algorithme se définit comme une méthode opérationnelle permettant de résoudre, en un nombre fini d'étapes clairement spécifiées, toutes les instances d'un problème donné. Cette méthode peut être exécutée par une machine ou par une personne.

Les élèves ont été confrontés aux algorithmes très tôt dans leur parcours scolaire (avec les quatre opérations arithmétiques) et régulièrement de nouvelles situations de nature algorithmique leur ont été proposées ; ainsi, la construction de figures en géométrie euclidienne, la transcription des « formules » moléculaires en chimie, le code génétique ou encore l'analyse fonctionnelle en technologie sont autant de situations évoquant des algorithmes. Les

programmes de mathématiques des classes de seconde et première contiennent une initiation à l'algorithmique sur laquelle il convient de s'appuyer.

À travers l'étude de quelques algorithmes, on développe la faculté de lire et comprendre un algorithme conçu par d'autres, puis d'en concevoir de nouveaux. Ces algorithmes sont exprimés dans un langage de programmation et exécutés sur une machine ou bien définis de manière informelle.

| Savoirs | Capacités | Observations |
|---|---|---|
| <p>Algorithmes simples</p> <ul style="list-style-type: none"> - rechercher un élément dans un tableau trié par une méthode dichotomique ; - trier un tableau par sélection ; - ajouter deux entiers exprimés en binaire. | <p>Comprendre un algorithme et expliquer ce qu'il fait.</p> <p>Modifier un algorithme existant pour obtenir un résultat différent.</p> <p>Concevoir un algorithme.</p> <p>Programmer un algorithme.</p> <p>♦ S'interroger sur l'efficacité d'un algorithme.</p> | <p>On présente simultanément les notions d'algorithme et de programme, puis on les distingue.</p> <p>L'objectif est une compréhension de ces algorithmes et la capacité à les mettre en œuvre.</p> <p>Les situations produisant une erreur (division par zéro, dépassement de capacité) sont mises en évidence.</p> |
| <p>Algorithmes plus avancés</p> <ul style="list-style-type: none"> ♦ tri par fusion ; ♦ recherche d'un chemin dans un graphe par un parcours en profondeur (DFS) ; ♦ recherche d'un plus court chemin par un parcours en largeur (BFS). | <p>Comprendre et expliquer (oralement ou par écrit) ce que fait un algorithme.</p> <p>♦ S'interroger sur l'efficacité d'un algorithme.</p> | <p>L'objectif se limite à une compréhension des principes fondamentaux sans exiger leur programmation.</p> |

4.3 Langages et programmation

La programmation est l'expression d'un algorithme dans un langage exécutable par une machine et joue un rôle central dans le développement des systèmes et produits informatiques.

L'apprentissage de la programmation vise d'une part à savoir **programmer un algorithme** décrit en langue naturelle et d'autre part à **comprendre un programme** et exprimer en langue naturelle l'algorithme sous-jacent.

On commence par rappeler les éléments de base de tout langage de programmation (affectation, séquence, test et boucle) tels qu'ils ont été présentés en mathématiques en classe de seconde et consolidés en classe de première.

On introduit alors la notion de fonction qui permet d'éviter des redondances, de structurer les programmes et d'organiser leur conception. Enfin, on met en évidence la qualité des programmes en les testant sur différents jeux de données.

On insiste sur la clarté et la documentation qui facilitent la reprise du code par d'autres programmeurs. On montre enfin l'universalité de la notion de langage au-delà de la programmation.

L'enseignant choisit un langage de programmation selon les critères suivants : simplicité d'utilisation, liberté d'installation, présence d'outils associés, existence d'une communauté d'utilisateurs et de bibliothèques facilitant le développement.

| Savoirs | Capacités | Observations |
|---------|-----------|--------------|
| | | |

| | | |
|---|---|--|
| <p>Types de données</p> <ul style="list-style-type: none"> - nombre entier ; - virgule flottante ; - booléen ; - caractère ; - tableau ; - chaîne de caractères. | <p>Choisir un type de donnée en fonction d'un problème à résoudre.</p> | <p>On adapte la présentation de ces notions en fonction du langage de programmation retenu.</p> |
| <p>Fonctions</p> <ul style="list-style-type: none"> - notion de fonction ; - portée des variables et passage d'arguments ; - définition récursive de fonctions. | <p>Concevoir l'entête (ou l'interface) d'une fonction, puis la fonction elle-même.</p> | <p>On adapte la présentation de ces notions en fonction du langage de programmation retenu.</p> |
| <p>Correction d'un programme</p> <ul style="list-style-type: none"> - test ; - instrumentation ; - situations d'erreur ou <i>bugs</i>. | <p>Mettre un programme au point en le testant, en l'instrumentant.</p> <p>♦ Utiliser un outil de mise au point.</p> | <p>On évoque les risques issus des programmes incorrects et des <i>bugs</i> qui en résultent, aux conséquences parfois graves.</p> |
| <p>Langages de description</p> <p>Présentation du langage HTML et du principe de séparation du contenu et de la mise en forme.</p> | <p>Créer et analyser une page web en langage HTML.</p> | <p>On met en valeur le double usage du langage, lisible par un humain et interprétable par une machine.</p> <p>On utilise HTML pour écrire une page « à la main », puis on insiste sur le fait que ce langage sert aussi de cible à des générateurs de pages.</p> <p>On évalue la qualité des pages du point de vue de la correction syntaxique et de l'efficacité du message.</p> |

4.4 Architectures matérielles

Exprimer un algorithme dans un langage de programmation a pour but de le rendre exécutable par une machine numérique. La découverte de l'architecture de ces machines constitue une étape essentielle d'une initiation à l'informatique. De plus, mieux comprendre cette organisation est nécessaire pour programmer de manière efficace, en tenant compte des capacités et limitations des machines numériques.

La progression pédagogique suit la chronologie du développement des systèmes informatiques : d'abord centralisés autour des machines à accès direct, ensuite connectés par l'intermédiaire d'une liaison série point à point et enfin répartis grâce aux réseaux où le transport des informations repose sur des méthodes de routage. Le développement de ces réseaux et leur utilisation massive ont induit des questions sociétales majeures qu'il est préférable d'aborder sous forme d'activités pluridisciplinaires. Finalement, l'étude d'un minirobot permet de découvrir les mécanismes de pilotage et de communication dans l'exécution de tâches complexes, interférant directement avec le monde physique.

Architecture des ordinateurs

| Savoirs | Capacités | Observations |
|--|--|--|
| <p>Éléments d'architecture Composants de base (unité centrale, mémoires, périphériques).</p> | <p>Expliquer le rôle des constituants d'un ordinateur.</p> | <p>On se limite à une présentation générale de ces concepts autour d'une machine à accès direct (Random Access Machine).</p> |
| <p>Jeu d'instructions Instructions simples (chargement, stockage, opérations arithmétiques et logiques, saut conditionnel).</p> | <p>♦ Savoir dérouler l'exécution d'une séquence d'instructions simples de type langage machine.</p> | <p>On propose des activités sous forme d'exercices sur papier sans utiliser d'ordinateur.</p> |

Réseaux

| Savoirs | Capacités | Observations |
|---|---|---|
| <p>Transmission point à point Principes de base d'une transmission d'informations numériques entre un émetteur et un récepteur.</p> | <p>♦ Établir une communication sérielle entre deux machines.</p> | <p>On s'interroge sur la qualité d'une liaison série point à point. On se limite à l'analyse d'un trafic de type « chat » (échange de caractères codés). On introduit la notion de protocole (règles, formats et conventions, sur lesquels il est nécessaire de s'accorder pour communiquer). Au-delà de deux machines, le modèle de la liaison point à point ne convient plus.</p> |
| <p>Adressage sur un réseau Mécanismes d'adressage pour identifier des machines distantes.</p> | <p>Décrire une situation d'adressage sur un type de réseau particulier. ♦ Analyser le trafic (trames) sur un réseau et mettre ainsi en évidence la notion de protocole.</p> | <p>On introduit ces notions en comparant différents types d'adressages existants (téléphone, courrier postal). On fait appel à un outil d'analyse pour visualiser la transmission des trames nécessaires au dialogue entre machines numériques.</p> |
| <p>Routage Mécanismes induits par la communication sur un réseau dont la structure est de type graphe. Notions de paquets, de chemins, de routage.</p> | <p>♦ Analyser les entêtes de messages électroniques, pour décrire le chemin suivi par l'information.</p> | <p>On se limite à la mise en œuvre d'une séance de travaux pratiques, avec analyse d'entêtes de courriels prédéfinis reçus (aspect distribué et non fiable des réseaux de grande taille, difficulté du passage à l'échelle).</p> |

| | | |
|-------------------------------------|--|---|
| | | On explique la différence entre les réseaux de type arborescent et de type graphe. |
| Supranationalité des réseaux | Prendre conscience du caractère supranational des réseaux et des conséquences sociales, économiques et politiques qui en découlent. | On met en évidence le fait que certains pays autorisent la mise en ligne d'informations, services ou contenus numériques dont la consultation n'est pas permise dans d'autres pays. |

Initiation à la robotique

| Savoirs | Capacités | Observations |
|---|--|--|
| Découverte d'un système robotique et de sa programmation | <ul style="list-style-type: none"> ◆ Identifier les différents composants d'un minirobot et comprendre leurs rôles respectifs. ◆ Décrire un système à événements simple à l'aide d'une machine à états finis. ◆ Programmer (dans un langage de haut niveau) un minirobot pour lui faire exécuter une tâche complexe. | On propose des activités adaptées aux équipements et logiciels disponibles dans l'établissement. |

Enseignement de mathématiques de la série sciences et technologies de laboratoire, spécialité biotechnologies - classe terminale

NOR : MENE1121642A

arrêté du 2-8-2011 - J.O. du 26-8-2011

MEN - DGESCO A3-1

Vu code de l'éducation ; arrêté du 27-5-2010 ; avis du Comité interprofessionnel consultatif du 1-7-2011 ; avis du CSE du 7-7-2011 ;

Article 1 - Le programme de l'enseignement de mathématiques en classe terminale de la série sciences et technologies de laboratoire - spécialité biotechnologies est fixé conformément à l'annexe du présent arrêté.

Article 2 - Les dispositions du présent arrêté entrent en application à la rentrée de l'année scolaire 2012-2013.

Article 3 - Le directeur général de l'enseignement scolaire est chargé de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait le 2 août 2011

Pour le ministre de l'éducation nationale, de la jeunesse et de la vie associative
et par délégation,
Le directeur général de l'enseignement scolaire,
Jean-Michel Blanquer

Annexe

 Programme

Annexe**Programme d'enseignement de mathématiques****Classe terminale de la série technologique STL, spécialité biotechnologies**

L'enseignement des mathématiques au collège et au lycée a pour but de donner à chaque élève la culture mathématique indispensable à sa vie de citoyen et les bases nécessaires à son projet de poursuite d'études.

Le cycle terminal des séries STI2D et STL permet l'acquisition d'un bagage mathématique qui favorise une adaptation aux différents cursus accessibles aux élèves, en développant leurs capacités à mobiliser des méthodes mathématiques appropriées au traitement de situations scientifiques et technologiques et, plus largement, en les formant à la pratique d'une démarche scientifique.

L'apprentissage des mathématiques cultive des compétences qui facilitent une formation tout au long de la vie et aident à mieux appréhender une société en évolution. Au-delà du cadre scolaire, il s'inscrit dans une perspective de formation de l'individu.

Objectif général

Outre l'apport de nouvelles connaissances, le programme vise le développement des compétences suivantes :

- mettre en œuvre une recherche de façon autonome ;
- mener des raisonnements ;
- avoir une attitude critique vis-à-vis des résultats obtenus ;
- communiquer à l'écrit et à l'oral.

Mise en œuvre du programme

Le programme s'en tient à un cadre et à un vocabulaire théorique modestes, mais suffisamment efficaces pour l'étude de situations usuelles et assez riches pour servir de support à une formation solide.

Pour favoriser la progressivité de l'orientation, le programme est commun aux différentes spécialités de STI2D et de STL. Toutefois, au niveau de la classe terminale, les programmes de STI2D-STL physique-chimie d'une part, de STL biotechnologie d'autre part, font l'objet de quelques différences afin de les adapter au mieux aux spécificités des filières. C'est au niveau du choix des situations étudiées qu'une diversité s'impose en fonction de chaque spécialité et de ses finalités propres.

Les enseignants de mathématiques doivent avoir régulièrement accès aux laboratoires afin de favoriser l'établissement de liens forts entre la formation mathématique et les formations dispensées dans les enseignements scientifiques et technologiques. Cet accès permet de :

- prendre appui sur les situations expérimentales rencontrées dans ces enseignements ;
- connaître les logiciels utilisés et l'exploitation qui peut en être faite pour illustrer les concepts mathématiques ;
- prendre en compte les besoins mathématiques des autres disciplines.

Utilisation d'outils logiciels

L'utilisation de logiciels, d'outils de visualisation et de simulation, de calcul (formel ou scientifique) et de programmation change profondément la nature de l'enseignement en favorisant une démarche d'investigation.

En particulier lors de la résolution de problèmes, l'utilisation de logiciels de calcul formel peut limiter le temps consacré à des calculs très techniques afin de se concentrer sur la mise en place de raisonnements.

L'utilisation de ces outils intervient selon trois modalités :

- par le professeur, en classe, avec un dispositif de visualisation collective ;
- par les élèves, sous forme de travaux pratiques de mathématiques ;
- dans le cadre du travail personnel des élèves hors de la classe.

Raisonnement et langage mathématiques

Comme en classe de seconde, les capacités d'argumentation et de logique font partie intégrante des exigences du cycle terminal.

Les concepts et méthodes relevant de la logique mathématique ne font pas l'objet de cours spécifiques mais prennent naturellement leur place dans tous les champs du programme. Il convient cependant de prévoir des temps de synthèse.

De même, le vocabulaire et les notations mathématiques ne sont pas fixés d'emblée, mais sont introduits au cours du traitement d'une question en fonction de leur utilité.

Diversité de l'activité de l'élève

Les activités proposées en classe et hors du temps scolaire prennent appui sur la résolution de problèmes essentiellement en lien avec d'autres disciplines. Il convient de privilégier une approche des notions nouvelles par l'étude de situations concrètes. L'appropriation des concepts se fait d'abord au travers d'exemples avant d'aboutir à des développements théoriques, à effectuer dans un deuxième temps. De nature diverse, les activités doivent entraîner les élèves à :

- chercher, expérimenter, modéliser, en particulier à l'aide d'outils logiciels ;
- choisir et appliquer des techniques de calcul ;
- mettre en œuvre des algorithmes ;
- raisonner et interpréter, valider, exploiter des résultats ;
- expliquer oralement une démarche, communiquer un résultat par oral ou par écrit.

Des éléments d'histoire des mathématiques, des sciences et des techniques peuvent s'insérer dans la mise en œuvre du programme. Connaître le nom de quelques scientifiques célèbres, la période à laquelle ils ont vécu et leur contribution, fait partie intégrante du bagage culturel de tout élève ayant une formation scientifique.

Les travaux hors du temps scolaire sont impératifs pour soutenir les apprentissages des élèves. Fréquents, de longueur raisonnable et de nature variée, ces travaux sont essentiels à la formation des élèves. Ils sont conçus de façon à prendre en compte la diversité des aptitudes des élèves.

Les modes d'évaluation prennent également des formes variées, en phase avec les objectifs poursuivis. En particulier, l'aptitude à mobiliser l'outil informatique dans le cadre de la résolution de problèmes est à évaluer.

Organisation du programme

Le programme fixe les objectifs à atteindre en termes de capacités. Il est conçu pour favoriser une acquisition progressive des notions et leur pérennisation. Son plan n'indique pas la progression à suivre, cette dernière devant s'adapter aux besoins des autres enseignements.

À titre indicatif, on pourrait consacrer environ 70% du temps à l'analyse.

Les capacités attendues dans le domaine de l'algorithmique d'une part et du raisonnement d'autre part sont rappelées en fin de programme. Les exigences doivent être modestes et conformes à l'esprit de la filière.

Les commentaires notés \rightleftarrows distinguent des thèmes pouvant se prêter à des ouvertures interdisciplinaires, en concertation avec les professeurs d'autres disciplines scientifiques.

1. Analyse

On poursuit, en classe terminale, l'apport d'outils permettant de traiter un plus grand nombre de problèmes relevant de la modélisation de phénomènes continus ou discrets. Le travail sur les suites géométriques et les fonctions exponentielles permet de s'interroger sur le passage du discret au continu et inversement, variant ainsi les approches des problèmes et les modes de résolution. Cette partie est organisée selon quatre objectifs principaux :

- *Consolider l'ensemble des fonctions mobilisables.* On enrichit cet ensemble de nouvelles fonctions de référence : les fonctions logarithmes, exponentielles et puissances.
- *Travailler la notion de limite.* En classe de première, l'étude des suites a été l'occasion de découvrir la notion de limite. En classe terminale, la notion de limite est vue à travers celle des suites géométriques puis celle des fonctions, sans qu'aucune formalisation ne soit attendue. Cette étude, tant pour ces suites que pour les fonctions, demande à être accompagnée d'une approche graphique et numérique et à s'appuyer sur des situations variées issues des autres disciplines. Les objectifs essentiels sont la compréhension de cette notion ainsi que la recherche éventuelle de seuils ; la pratique de la recherche de limites n'a pas à être développée.
- *Introduire le calcul intégral.* La notion d'intégrale est introduite à partir de celle d'aire. Le calcul intégral, bien que modestement développé, se révèle un outil efficace tant en mathématiques que dans les autres disciplines.
- *Découvrir la notion d'équation différentielle.* La notion d'équation différentielle est introduite et travaillée dans le cadre de situations variées, par exemple les phénomènes d'évolution dans le monde du vivant, les phénomènes de saturation ou la cinétique chimique. Le programme propose l'étude d'une équation différentielle simple du premier ordre mais, selon les besoins des autres disciplines, on peut en étudier d'autres.

L'accent est mis sur la diversité des approches numérique et graphique qui contribuent à l'appropriation des concepts mathématiques.

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|--|---|---|
| <p>Suites géométriques Somme de termes consécutifs d'une suite géométrique.</p> <p>Limite d'une suite géométrique dont la raison est un nombre réel strictement positif.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Reconnaître et justifier la présence d'une suite géométrique dans une situation donnée. • Connaître et utiliser la formule donnant $1 + q + \dots + q^n$, où q est un réel différent de 1. • Connaître et utiliser $\lim_{n \rightarrow +\infty} q^n$ pour q strictement positif. • Rechercher le plus petit entier n tel que $q^n \geq a$ ou tel que $q^n \leq a$, avec q et a deux réels strictement positifs donnés. | <p>On peut introduire la notation $\sum_{i=0}^n q^i$.</p> <p>Cette recherche est menée à l'aide d'un logiciel ou d'une calculatrice.</p> |
| <p>Limites de fonctions Asymptotes parallèles aux axes : -limite finie d'une fonction à l'infini ; -limite infinie d'une fonction en un point.</p> <p>Limite infinie d'une fonction à l'infini.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Interpréter une représentation graphique en termes de limite. • Interpréter graphiquement une limite en termes d'asymptote. | <p>Ces notions sont introduites par une approche numérique et graphique à l'aide d'un logiciel ou d'une calculatrice.</p> <p>On fait percevoir cette notion par une approche graphique ou numérique. Elle est ensuite mobilisée lors de l'étude des fonctions logarithme, exponentielle et puissances. Aucun développement théorique n'est attendu.</p> |

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|--|--|--|
| Limites et opérations. | <ul style="list-style-type: none"> Déterminer la limite d'une fonction simple. | <p>On se limite aux fonctions déduites des fonctions de référence par addition, multiplication ou passage à l'inverse et on évite toute technicité.</p> <p>D'autres limites peuvent être abordées face à des situations issues d'autres disciplines.</p> <p>⇔ Vitesse limite d'une réaction enzymatique.</p> |
| <p>Dérivées et primitives</p> <p>Calcul de dérivées : compléments.</p> <p>Primitives d'une fonction sur un intervalle.</p> | <ul style="list-style-type: none"> Calculer les dérivées des fonctions de la forme : $x \mapsto u^n(x)$, n entier relatif non nul ; $x \mapsto \ln(u(x))$; $x \mapsto e^{u(x)}$. Connaître et utiliser des primitives des fonctions de référence. Déterminer des primitives de fonctions de la forme : $u'u^n$, n entier relatif différent de -1, $\frac{u'}{u}$, $u'e^u$. | <p>À partir de ces exemples, on met en évidence une expression unifiée de la dérivée de la fonction $x \mapsto f(u(x))$, mais sa connaissance n'est pas une capacité attendue.</p> <p>On se limite au cas où u est une fonction polynôme de degré 2 au plus. Dans d'autres cas où cela serait utile, une primitive est proposée et on en valide l'expression.</p> <p>Pour les primitives de $\frac{u'}{u}$, on se limite au cas où u est une fonction strictement positive.</p> <p>⇔ Vitesse d'une réaction, vitesse de pénétration d'un principe actif.</p> |
| <p>Fonctions logarithmes</p> <p>Fonction logarithme népérien. Relation fonctionnelle. Nombre e.</p> <p>Fonction logarithme décimal.</p> | <ul style="list-style-type: none"> Connaître les variations, les limites et la représentation graphique de la fonction logarithme népérien. Utiliser la relation fonctionnelle pour transformer une écriture. Résoudre une inéquation d'inconnue n, entier naturel, de la forme $q^n \geq a$ ou $q^n \leq a$, avec q et a deux réels strictement positifs donnés. | <p>La fonction logarithme népérien est présentée comme la primitive sur $]0, +\infty[$ qui s'annule en 1, de la fonction $x \mapsto \frac{1}{x}$.</p> <p>On s'appuie sur des exemples issus des autres disciplines pour introduire et exploiter cette fonction.</p> <p>⇔ Mesure de l'intensité sonore, échelle des pH, etc.</p> |

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|---|--|--|
| <p>Fonctions exponentielles Fonction $x \mapsto \exp(x)$.</p> <p>Relation fonctionnelle. Notation e^x.</p> <p>Fonction exponentielle de base dix.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Connaître les variations, les limites et la représentation graphique de la fonction exponentielle. • Utiliser la relation fonctionnelle pour transformer une écriture. • Passer de $\ln x = a$ à $x = e^a$ et inversement. • Passer de $\log x = a$ à $x = 10^a$ et inversement. | <p>Pour tout nombre réel a, le réel $\exp(a)$ est défini comme unique solution de l'équation d'inconnue b : $\ln b = a$.</p> <p>On justifie la notation e^x.</p> <p>Pour tout nombre réel a, le réel 10^a est défini comme l'unique solution de l'équation d'inconnue b : $\log b = a$.</p> <p>↔ Croissances bactériennes. ↔ Radioactivité.</p> |
| <p>Fonctions puissances $x \mapsto x^\alpha$ définies sur $]0, +\infty[$ avec $\alpha > 0$.</p> <p>Comparaison des comportements en $+\infty$ de la fonction exponentielle et de la fonction logarithme népérien avec les fonctions puissances.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Utiliser les propriétés opératoires des puissances, notamment pour résoudre une équation de la forme $x^\alpha = k$ avec $k > 0$. • Connaître l'allure de la courbe représentative de $x \mapsto x^\alpha$ suivant la position de α par rapport à 1. • Connaître et interpréter les limites de $x \mapsto \frac{e^x}{x^n}$ et $x \mapsto \frac{\ln x}{x^n}$ en $+\infty$, n étant un entier naturel. | <p>L'extension des fonctions puissances aux exposants non entiers se fait à partir de la fonction exponentielle. Aucun résultat théorique sur les fonctions puissances n'est à connaître. On s'appuie sur des exemples issus des autres disciplines.</p> <p>On fait le lien entre les courbes représentatives des fonctions $x \mapsto x^\alpha$ et $x \mapsto x^{\frac{1}{\alpha}}$.</p> <p>Ces résultats sont conjecturés puis admis.</p> <p>On sensibilise les élèves à différents types d'évolution, en lien avec les autres disciplines.</p> |
| <p>Intégration Définition de l'intégrale d'une fonction continue et positive sur $[a, b]$ comme aire sous la courbe.</p> <p>Notation $\int_a^b f(x) dx$.</p> <p>Formule $\int_a^b f(x) dx = F(b) - F(a)$ où F est une primitive de la fonction positive f.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Calculer l'intégrale d'une fonction positive simple. • Déterminer l'aire du domaine défini comme l'ensemble des points $M(x, y)$ tels que $a \leq x \leq b$ et $f(x) \leq y \leq g(x)$, f et g étant deux fonctions positives. | <p>On se limite à une approche intuitive de la continuité et on admet que les fonctions étudiées en classe terminale sont continues sur les intervalles où elles sont intégrées.</p> <p>On s'appuie sur la notion intuitive d'aire.</p> <p>Cette formule est admise.</p> <p>↔ Détermination d'une quantité par analyse de chromatogrammes.</p> |

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|---|--|--|
| <p>Équations différentielles</p> <p>Équation $y' + ay = b$ où a et b sont des nombres réels, avec $a \neq 0$.</p> <p>Existence et unicité de la solution satisfaisant une condition initiale donnée.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Résoudre une équation différentielle qui peut s'écrire sous la forme $y' + ay = b$, où a et b sont des nombres réels, avec $a \neq 0$. • Déterminer la solution satisfaisant une condition initiale donnée. | <p>Dans cette partie, on propose des exemples en lien avec les autres disciplines. On s'appuie sur les outils logiciels pour visualiser la famille des courbes représentatives des solutions d'une équation différentielle.</p> <p>On traite tout d'abord le cas de l'équation homogène $y' + ay = 0$.</p> <p>En liaison avec d'autres disciplines, on peut être amené à étudier d'autres types d'équations différentielles mais ce n'est pas un attendu du programme.</p> <p>↔ Phénomènes d'évolution : injection médicamenteuse, croissance d'une plante...</p> |

2. Statistique et probabilités

En statistique et probabilités, on approfondit le travail mené les années précédentes en l'enrichissant selon trois objectifs principaux :

- *Élargir la statistique descriptive à l'étude de séries de données quantitatives à deux variables.* C'est un outil très utilisé dans d'autres disciplines pour analyser, interpréter et prévoir.
- *Découvrir et exploiter des exemples de lois à densité.* On aborde ici le champ des problèmes à données continues. La loi uniforme fournit un cadre simple pour découvrir le concept de loi à densité et les notions afférentes. Le travail se poursuit dans le cadre des lois exponentielle et normale où le lien entre probabilité et aire est consolidé. La loi normale, fréquemment rencontrée dans les autres disciplines, doit être l'occasion d'un travail interdisciplinaire.
- *Compléter la problématique de la prise de décision par celle de l'estimation par intervalle de confiance.* On s'appuie sur la loi normale et, en mathématiques, on se limite au cadre d'une proportion. Toutefois, la pertinence des méthodes statistiques utilisées dans les disciplines scientifiques et technologiques, en particulier l'estimation d'une moyenne, peut s'observer par simulation.

Dans cette partie, le recours aux représentations graphiques et aux simulations est indispensable.

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|--|--|--|
| <p>Statistique descriptive à deux variables</p> <p>Nuage de points, point moyen.</p> <p>Ajustement affine selon la méthode des moindres carrés.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Représenter graphiquement un nuage de points et déterminer le point moyen. • Trouver un ajustement affine selon la méthode des moindres carrés. • Utiliser un ajustement affine pour interpoler ou extrapoler. | <p>L'objectif est d'étudier le lien éventuel entre deux caractères d'une même population.</p> <p>L'ajustement est réalisé avec une calculatrice ou un tableur.</p> <p>On observe à l'aide d'un logiciel le caractère minimal de la somme des carrés des écarts.</p> <p>En lien avec les autres disciplines, on réinvestit les connaissances d'analyse permettant, par un changement de variable donné, de se ramener à un ajustement affine.</p> |

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|---|--|---|
| <p>Exemples de lois à densité</p> <p>Loi uniforme sur $[a, b]$.</p> <p>Espérance et variance d'une variable aléatoire suivant une loi uniforme.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Concevoir et exploiter une simulation dans le cadre d'une loi uniforme. | <p>Toute théorie générale des lois à densité et des intégrales sur un intervalle non borné est exclue.</p> <p>L'instruction « nombre aléatoire » d'un logiciel ou d'une calculatrice permet d'introduire la loi uniforme sur $[0, 1]$ puis sur $[a, b]$.</p> <p>Si X est une variable aléatoire de loi uniforme sur $[a, b]$ et si I est un intervalle inclus dans $[a, b]$, la probabilité de l'événement « $X \in I$ » est l'aire du domaine $\{ M(x, y) ; x \in I \text{ et } 0 \leq y \leq f(x) \}$</p> <p>où $f : x \mapsto \frac{1}{b-a}$ est la fonction de densité de la loi uniforme sur $[a, b]$.</p> <p>La notion d'espérance d'une variable aléatoire à densité sur $[a, b]$ est définie à cette occasion par $\int_a^b t f(t) dt$. On note que cette définition constitue un prolongement dans le cadre continu de l'espérance d'une variable aléatoire discrète, rencontrée avec la loi binomiale. Par analogie avec la démarche conduisant à la définition de l'espérance, on présente une expression sous forme intégrale de la variance d'une variable aléatoire à densité sur $[a, b]$. La simulation vient à l'appui de cette démarche.</p> |
| <p>Loi exponentielle.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Calculer une probabilité dans le cadre d'une loi exponentielle. | <p>On s'intéresse à des situations concrètes, par exemple la radioactivité (taux de désintégration).</p> |
| <p>Espérance d'une variable aléatoire suivant une loi exponentielle.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Connaître et interpréter l'espérance d'une variable aléatoire suivant une loi exponentielle. | <p>L'espérance est définie par $\lim_{x \rightarrow +\infty} \int_0^x t f(t) dt$, où f est la fonction de densité d'une loi exponentielle.</p> <p>On peut simuler une loi exponentielle à partir de la loi uniforme sur $[0, 1]$.</p> |

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|--|--|--|
| <p>Loi normale d'espérance μ et d'écart type σ.</p> <p>Approximation d'une loi binomiale par une loi normale.</p> | <ul style="list-style-type: none"> Utiliser une calculatrice ou un tableur pour calculer une probabilité dans le cadre d'une loi normale. Connaître et interpréter graphiquement une valeur approchée de la probabilité des événements suivants : $\{X \in [\mu - \sigma, \mu + \sigma]\}$, $\{X \in [\mu - 2\sigma, \mu + 2\sigma]\}$ et $\{X \in [\mu - 3\sigma, \mu + 3\sigma]\}$, lorsque X suit la loi normale d'espérance μ et d'écart type σ. Déterminer les paramètres de la loi normale approximant une loi binomiale donnée. | <p>La loi normale est introduite à partir de l'observation, à l'aide d'un logiciel, du cumul des valeurs obtenues lors de la répétition à l'identique d'une expérience aléatoire dont le résultat suit une loi uniforme.</p> <p>On s'appuie sur des exemples issus des autres disciplines.</p> <p>On peut simuler une loi normale à partir de la loi uniforme sur $[0,1]$.</p> <p>Toute théorie est exclue. On illustre cette approximation à l'aide de l'outil informatique. La correction de continuité n'est pas un attendu.</p> <p>↔ Acceptabilité d'un résultat.</p> |
| <p>Prise de décision et estimation</p> <p>Intervalle de fluctuation d'une fréquence.</p> | <ul style="list-style-type: none"> Connaître l'intervalle de fluctuation asymptotique à 95 % d'une fréquence obtenue sur un échantillon de taille n : $\left[p - 1,96\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}, p + 1,96\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \right]$ lorsque la proportion p dans la population est connue. Exploiter un tel intervalle de fluctuation pour rejeter ou non une hypothèse sur une proportion. | <p>On fait observer que cet intervalle est proche de celui déterminé en première à l'aide de la loi binomiale, dès que $n \geq 30$, $np \geq 5$ et $n(1-p) \geq 5$.</p> |

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|--|--|---|
| <p>Intervalle de confiance d'une proportion.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Estimer une proportion inconnue avec un niveau de confiance de 95 % par l'intervalle : $\left[f - 1,96\sqrt{\frac{f(1-f)}{n}}, f + 1,96\sqrt{\frac{f(1-f)}{n}} \right]$ calculé à partir d'une fréquence f obtenue sur un échantillon de taille n. • Juger de l'égalité de deux proportions à l'aide des intervalles de confiance à 95 % correspondant aux fréquences de deux échantillons de taille n. | <p>Cette expression de l'intervalle de confiance, pour n assez grand, est admise. On constate par simulation que, pour $n \geq 30$, sur un grand nombre d'intervalles de confiance, environ 95 % contiennent la proportion à estimer.</p> <p>La différence entre les deux fréquences observées est considérée comme significative quand les intervalles de confiance à 95 % sont disjoints. C'est l'occasion d'étudier des méthodes statistiques pratiquées dans les disciplines scientifiques ou technologiques.</p> <p>En liaison avec les enseignements technologiques et scientifiques, on peut observer par simulation la pertinence d'un intervalle de confiance de la moyenne d'une population, pour un caractère suivant une loi normale.</p> <p>↔ Incertitude de mesure associée à un niveau de confiance. ↔ Dénombrement bactérien en milieu solide.</p> |

Algorithmique

En seconde, les élèves ont conçu et mis en œuvre quelques algorithmes. Cette formation se poursuit tout au long du cycle terminal.

Dans le cadre de cette activité algorithmique, les élèves sont entraînés à :

- décrire certains algorithmes en langage naturel ou dans un langage symbolique ;
- en réaliser quelques-uns à l'aide d'un tableur ou d'un programme sur calculatrice ou avec un logiciel adapté ;
- interpréter des algorithmes plus complexes.

Aucun langage, aucun logiciel n'est imposé.

L'algorithmique a une place naturelle dans tous les champs des mathématiques et les problèmes posés doivent être en relation avec les autres parties du programme (algèbre et analyse, statistiques et probabilités, logique), mais aussi avec les autres disciplines ou le traitement de problèmes concrets.

À l'occasion de l'écriture d'algorithmes et de programmes, il convient de donner aux élèves de bonnes habitudes de rigueur et de les entraîner aux pratiques systématiques de vérification et de contrôle.

Instructions élémentaires (affectation, calcul, entrée, sortie)

Les élèves, dans le cadre d'une résolution de problèmes, doivent être capables :

- d'écrire une formule permettant un calcul ;
- d'écrire un programme calculant et donnant la valeur d'une fonction, ainsi que les instructions d'entrées et sorties nécessaires au traitement.

Boucle et itérateur, instruction conditionnelle

Les élèves, dans le cadre d'une résolution de problèmes, doivent être capables de :

- programmer un calcul itératif, le nombre d'itérations étant donné ;
- programmer une instruction conditionnelle, un calcul itératif, avec une fin de boucle conditionnelle.

Notations et raisonnement mathématiques

Cette rubrique, consacrée à l'apprentissage des notations mathématiques et à la logique, ne doit pas faire l'objet de séances de cours spécifiques mais doit être répartie sur toute l'année scolaire.

Notations mathématiques

Les élèves doivent connaître les notions d'élément d'un ensemble, de sous-ensemble, d'appartenance et d'inclusion, de réunion, d'intersection et de complémentaire et savoir utiliser les symboles de base correspondants : \in , \subset , \cup , \cap ainsi que la notation des ensembles de nombres et des intervalles.

Pour le complémentaire d'un ensemble A , on utilise la notation des probabilités \bar{A} .

Pour ce qui concerne le raisonnement logique, les élèves sont entraînés sur des exemples à :

- utiliser correctement les connecteurs logiques « et », « ou » et à distinguer leur sens des sens courants de « et », « ou » dans le langage usuel ;
- utiliser à bon escient les quantificateurs universel, existentiel (les symboles \forall , \exists ne sont pas exigibles) et repérer les quantifications implicites dans certaines propositions et, particulièrement, dans les propositions conditionnelles ;
- distinguer, dans le cas d'une proposition conditionnelle, la proposition directe, sa réciproque, sa contraposée et sa négation ;
- utiliser à bon escient les expressions « condition nécessaire », « condition suffisante » ;
- formuler la négation d'une proposition ;
- utiliser un contre-exemple pour infirmer une proposition universelle ;
- reconnaître et utiliser des types de raisonnement spécifiques : raisonnement par disjonction des cas, recours à la contraposée, raisonnement par l'absurde.

Enseignement de mathématiques des séries sciences et technologies de l'industrie et du développement durable et sciences et technologies de laboratoire, spécialité sciences physiques et chimiques en laboratoire - classe terminale

NOR : MENE1121706A

arrêté du 2-8-2011 - J.O. du 26-8-2011

MEN - DGESCO A3-1

Vu code de l'éducation ; arrêté du 27-5-2010 ; avis du Comité interprofessionnel consultatif du 1-7-2011 ; avis du CSE du 7-7-2011

Article 1 - Le programme de l'enseignement de mathématiques en classe terminale des séries sciences et technologies de l'industrie et du développement durable et sciences et technologies de laboratoire - spécialité sciences physiques et chimiques en laboratoire est fixé conformément à l'annexe du présent arrêté.

Article 2 - Les dispositions du présent arrêté entrent en application à la rentrée de l'année scolaire 2012-2013.

Article 3 - Le directeur général de l'enseignement scolaire est chargé de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait le 2 août 2011

Pour le ministre de l'éducation nationale, de la jeunesse et de la vie associative
et par délégation,

Le directeur général de l'enseignement scolaire,
Jean-Michel Blanquer

Annexe

 Programme

Annexe**Programme d'enseignement de mathématiques****Classe terminale des séries technologiques STI2D et STL, spécialité SPCL**

L'enseignement des mathématiques au collège et au lycée a pour but de donner à chaque élève la culture mathématique indispensable à sa vie de citoyen et les bases nécessaires à son projet de poursuite d'études.

Le cycle terminal des séries STI2D et STL permet l'acquisition d'un bagage mathématique qui favorise une adaptation aux différents cursus accessibles aux élèves, en développant leurs capacités à mobiliser des méthodes mathématiques appropriées au traitement de situations scientifiques et technologiques et, plus largement, en les formant à la pratique d'une démarche scientifique.

L'apprentissage des mathématiques cultive des compétences qui facilitent une formation tout au long de la vie et aident à mieux appréhender une société en évolution. Au-delà du cadre scolaire, il s'inscrit dans une perspective de formation de l'individu.

Objectif général

Outre l'apport de nouvelles connaissances, le programme vise le développement des compétences suivantes :

- mettre en œuvre une recherche de façon autonome ;
- mener des raisonnements ;
- avoir une attitude critique vis-à-vis des résultats obtenus ;
- communiquer à l'écrit et à l'oral.

Mise en œuvre du programme

Le programme s'en tient à un cadre et à un vocabulaire théorique modestes, mais suffisamment efficaces pour l'étude de situations usuelles et assez riches pour servir de support à une formation solide.

Pour favoriser la progressivité de l'orientation, le programme est commun aux différentes spécialités de STI2D et de STL. Toutefois, au niveau de la classe terminale, les programmes de STI2D-STL physique-chimie d'une part, de STL biotechnologie d'autre part, font l'objet de quelques différences afin de les adapter au mieux aux spécificités des filières. C'est au niveau du choix des situations étudiées qu'une diversité s'impose en fonction de chaque spécialité et de ses finalités propres.

Les enseignants de mathématiques doivent avoir régulièrement accès aux laboratoires afin de favoriser l'établissement de liens forts entre la formation mathématique et les formations dispensées dans les enseignements scientifiques et technologiques. Cet accès permet de :

- prendre appui sur les situations expérimentales rencontrées dans ces enseignements ;
- connaître les logiciels utilisés et l'exploitation qui peut en être faite pour illustrer les concepts mathématiques ;
- prendre en compte les besoins mathématiques des autres disciplines.

Utilisation d'outils logiciels

L'utilisation de logiciels, d'outils de visualisation et de simulation, de calcul (formel ou scientifique) et de programmation change profondément la nature de l'enseignement en favorisant une démarche d'investigation.

En particulier lors de la résolution de problèmes, l'utilisation de logiciels de calcul formel peut limiter le temps consacré à des calculs très techniques afin de se concentrer sur la mise en place de raisonnements.

L'utilisation de ces outils intervient selon trois modalités :

- par le professeur, en classe, avec un dispositif de visualisation collective ;
- par les élèves, sous forme de travaux pratiques de mathématiques ;
- dans le cadre du travail personnel des élèves hors de la classe.

Raisonnement et langage mathématiques

Comme en classe de seconde, les capacités d'argumentation et de logique font partie intégrante des exigences du cycle terminal.

Les concepts et méthodes relevant de la logique mathématique ne font pas l'objet de cours spécifiques mais prennent naturellement leur place dans tous les champs du programme. Il convient cependant de prévoir des temps de synthèse. De même, le vocabulaire et les notations mathématiques ne sont pas fixés d'emblée, mais sont introduits au cours du traitement d'une question en fonction de leur utilité.

Diversité de l'activité de l'élève

Les activités proposées en classe et hors du temps scolaire prennent appui sur la résolution de problèmes essentiellement en lien avec d'autres disciplines. Il convient de privilégier une approche des notions nouvelles par l'étude de situations concrètes. L'appropriation des concepts se fait d'abord au travers d'exemples avant d'aboutir à des développements théoriques, à effectuer dans un deuxième temps. De nature diverse, les activités doivent entraîner les élèves à :

- chercher, expérimenter, modéliser, en particulier à l'aide d'outils logiciels ;
- choisir et appliquer des techniques de calcul ;
- mettre en œuvre des algorithmes ;
- raisonner et interpréter, valider, exploiter des résultats ;
- expliquer oralement une démarche, communiquer un résultat par oral ou par écrit.

Des éléments d'histoire des mathématiques, des sciences et des techniques peuvent s'insérer dans la mise en œuvre du programme. Connaître le nom de quelques scientifiques célèbres, la période à laquelle ils ont vécu et leur contribution fait partie intégrante du bagage culturel de tout élève ayant une formation scientifique.

Les travaux hors du temps scolaire sont impératifs pour soutenir les apprentissages des élèves. Fréquents, de longueur raisonnable et de nature variée, ces travaux sont essentiels à la formation des élèves. Ils sont conçus de façon à prendre en compte la diversité des aptitudes des élèves.

Les modes d'évaluation prennent également des formes variées, en phase avec les objectifs poursuivis. En particulier, l'aptitude à mobiliser l'outil informatique dans le cadre de la résolution de problèmes est à évaluer.

Organisation du programme

Le programme fixe les objectifs à atteindre en termes de capacités. Il est conçu pour favoriser une acquisition progressive des notions et leur pérennisation. Son plan n'indique pas la progression à suivre, cette dernière devant s'adapter aux besoins des autres enseignements.

À titre indicatif, on pourrait consacrer environ 70 % du temps à l'analyse.

Les capacités attendues dans le domaine de l'algorithmique d'une part et du raisonnement d'autre part sont rappelées en fin de programme. Elles doivent être exercées à l'intérieur de divers champs du programme. Les exigences doivent être modestes et conformes à l'esprit des filières concernées.

Les activités de type algorithmique sont signalées par le symbole \diamond .

Les commentaires notés \rightleftarrows distinguent des thèmes pouvant se prêter à des ouvertures interdisciplinaires, en concertation avec les professeurs d'autres disciplines scientifiques et technologiques.

1. Analyse

On poursuit, en classe terminale, l'apport d'outils permettant de traiter un plus grand nombre de problèmes relevant de la modélisation de phénomènes continus ou discrets. Le travail sur les suites et les fonctions permet en particulier de s'interroger sur le passage du discret au continu et inversement, variant ainsi les approches des problèmes et les modes de résolution. Cette partie est organisée selon quatre objectifs principaux :

- *Consolider l'ensemble des fonctions mobilisables.* On enrichit cet ensemble de nouvelles fonctions de référence : les fonctions logarithmes et exponentielles.
- *Développer la notion de limite.* En classe de première, l'étude des suites a été l'occasion de découvrir la notion de limite. En classe terminale, la notion de limite d'une suite est affinée et sa formalisation demande à être accompagnée d'une approche expérimentale, graphique et numérique. Les objectifs essentiels sont la compréhension de cette notion ainsi que la recherche de seuils. L'étude des limites de suites se prête tout particulièrement à la mise en place d'activités algorithmiques. La notion de limite est ensuite étendue à celle de limite d'une fonction. Les attendus en termes de calculs sur les limites de fonctions sont modestes.
- *Introduire le calcul intégral.* La notion d'intégrale est introduite à partir de celle d'aire. Le calcul intégral, bien que modestement développé, se révèle un outil efficace tant en mathématiques que dans les autres disciplines.
- *Découvrir la notion d'équation différentielle.* La notion d'équation différentielle est introduite et travaillée dans le cadre de situations variées, par exemple les circuits électriques, le mouvement d'un point matériel ou la cinétique chimique. Le programme propose l'étude d'équations différentielles simples mais, selon les besoins des autres disciplines, on peut en étudier d'autres.

L'accent est mis sur la diversité des approches numérique, graphique et algorithmique, lesquelles contribuent à l'appropriation des concepts mathématiques.

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|---|--|---|
| <p>Suites Limite d'une suite définie par son terme général.</p> <p>Notation $\lim_{n \rightarrow +\infty} u_n$.</p> | <p>◇ Étant donné une suite (u_n), mettre en œuvre des algorithmes permettant, lorsque cela est possible, de déterminer :</p> <ul style="list-style-type: none"> - un seuil à partir duquel $u_n \geq 10^p$, p étant un entier naturel donné ; - un seuil à partir duquel $u_n - l \leq 10^{-p}$, p étant un entier naturel donné. | <p>Pour exprimer que la suite (u_n) a pour limite $+\infty$ quand n tend vers $+\infty$, on dit que, pour tout entier naturel p, on peut trouver un rang à partir duquel tous les termes u_n sont supérieurs à 10^p.</p> <p>Pour exprimer que la suite (u_n) a pour limite l quand n tend vers $+\infty$, on dit que, pour tout entier naturel p, on peut trouver un rang à partir duquel tous les termes u_n sont à une distance de l inférieure à 10^{-p}.</p> <p>Comme en classe de première, il est important de varier les outils et les approches.</p> |
| <p>Suites géométriques :</p> <ul style="list-style-type: none"> - somme de termes consécutifs d'une suite géométrique ; - limite. | <ul style="list-style-type: none"> • Reconnaître et justifier la présence d'une suite géométrique dans une situation donnée. • Connaître et utiliser la formule donnant $1 + q + \dots + q^n$, où q est un réel différent de 1. • Connaître et utiliser $\lim_{n \rightarrow +\infty} q^n$ pour q positif. | <p>On peut introduire la notation $\sum_{i=0}^n q^i$.</p> <p>On étudie quelques exemples de comportement de (q^n) avec q négatif.</p> |

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|--|---|---|
| <p>Limites de fonctions Asymptotes parallèles aux axes : - limite finie d'une fonction à l'infini ; - limite infinie d'une fonction en un point.</p> <p>Limite infinie d'une fonction à l'infini.</p> <p>Limites et opérations.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Interpréter une représentation graphique en termes de limite. • Interpréter graphiquement une limite en termes d'asymptote. • Déterminer la limite d'une fonction simple. • Déterminer des limites pour des fonctions de la forme : $x \mapsto u^n(x)$, n entier naturel non nul ; $x \mapsto \ln(u(x))$; $x \mapsto e^{u(x)}$. | <p>Ces notions sont introduites par une approche numérique et graphique à l'aide d'un logiciel ou d'une calculatrice.</p> <p>On se limite aux fonctions déduites des fonctions de référence par addition, multiplication ou passage à l'inverse et on évite tout excès de technicité.</p> <p>La fonction $x \mapsto f(u(x))$, enchaînement de la fonction u suivie de la fonction f, est introduite pour la recherche de limites. La rédaction attendue est simple et sans aucun formalisme.</p> <p>⇔ Phénomènes amortis.</p> |
| <p>Dérivées et primitives Calcul de dérivées : compléments.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Calculer les dérivées des fonctions de la forme : $x \mapsto u^n(x)$, n entier relatif non nul ; $x \mapsto \ln(u(x))$; $x \mapsto e^{u(x)}$. | <p>À partir de ces exemples, on met en évidence une expression unifiée de la dérivée de la fonction $x \mapsto f(u(x))$, mais sa connaissance n'est pas une capacité attendue.</p> |
| <p>Primitives d'une fonction sur un intervalle.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Connaître et utiliser des primitives des fonctions de référence. • Déterminer des primitives de fonctions de la forme $u'u^n$, n entier relatif différent de -1, $\frac{u'}{u}$, $u'e^u$. | <p>Pour les primitives de $\frac{u'}{u}$, on se limite au cas où u est une fonction strictement positive.</p> <p>⇔ Mouvement uniformément accéléré, retardé. ⇔ Point de fonctionnement optimal d'un système lors d'un transfert d'énergie.</p> |

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|--|---|---|
| <p>Fonctions logarithmes Fonction logarithme népérien. Relation fonctionnelle. Nombre e. Fonction logarithme en base dix ou en base deux, selon les besoins.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Utiliser la relation fonctionnelle pour transformer une écriture. • Connaître les variations, les limites et la représentation graphique de la fonction logarithme népérien. • Résoudre une inéquation d'inconnue n entier naturel, de la forme $q^n \geq a$ ou $q^n \leq a$, avec q et a deux réels strictement positifs. | <p>En s'appuyant sur des situations technologiques ou historiques, on justifie la pertinence de la recherche d'une solution à l'équation fonctionnelle suivante, notée (E) : pour tous réels a et b strictement positifs, $f(ab) = f(a) + f(b)$.</p> <p>On s'intéresse aux solutions de l'équation (E) dérivables sur $]0, +\infty[$ (existence admise). On montre que la fonction dérivée d'une telle solution est de la forme $x \mapsto \frac{\alpha}{x}$, où α est un nombre réel. La fonction logarithme népérien est alors présentée comme la seule solution de l'équation (E) dérivable sur $]0, +\infty[$ dont la fonction dérivée est $x \mapsto \frac{1}{x}$.</p> <p>On s'appuie sur des exemples issus des autres disciplines pour introduire ces fonctions.</p> <p>↔ Échelle des pH, intensité sonore, gain et fréquence, traitement de l'information.</p> |
| <p>Fonctions exponentielles Fonction $x \mapsto \exp(x)$. Relation fonctionnelle. Notation e^x.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Connaître les variations, les limites et la représentation graphique de la fonction exponentielle. • Utiliser la relation fonctionnelle pour transformer une écriture. • Passer de $\ln x = a$ à $x = e^a$ et inversement, a étant un réel et x un réel strictement positif. | <p>Pour tout nombre réel a, le réel $\exp(a)$ est défini comme unique solution de l'équation d'inconnue b : $\ln b = a$.</p> <p>On justifie la notation e^x.</p> |
| <p>Exemples de fonctions exponentielles de base a, $x \mapsto a^x$, où a est un réel strictement positif, et de fonctions puissances $x \mapsto x^\alpha$, avec α réel. Comparaison des comportements en $+\infty$ de la fonction exponentielle (de base e) et de la fonction logarithme népérien avec les fonctions puissances.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Connaître et utiliser les limites de $x \mapsto \frac{e^x}{x^n}$ et $x \mapsto \frac{\ln x}{x^n}$ en $+\infty$, n étant un entier naturel. | <p>En lien avec les autres disciplines, on étudie quelques exemples simples de fonctions exponentielles de base a ou de fonctions puissances, mises sous la forme e^u.</p> <p>Aucun résultat théorique n'est à connaître.</p> <p>Ces résultats sont conjecturés puis admis. On se limite à des exemples simples d'utilisation.</p> <p>L'approche, à l'aide d'un logiciel, de la limite en $+\infty$ de fonctions de la forme $x \mapsto \frac{\ln x}{x^\alpha}$, avec $\alpha \in]0, 1[$, enrichit le point de vue.</p> <p>↔ Radioactivité. ↔ Transmission par courroie.</p> |

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|---|---|---|
| <p>Intégration Définition de l'intégrale d'une fonction continue et positive sur $[a, b]$ comme aire sous la courbe.</p> <p>Notation $\int_a^b f(x)dx$.</p> <p>Formule $\int_a^b f(x)dx = F(b) - F(a)$ où F est une primitive de f.</p> <p>Intégrale d'une fonction continue de signe quelconque.</p> <p>Propriétés de l'intégrale : linéarité, positivité, relation de Chasles.</p> | <p>◇ Pour une fonction monotone positive, mettre en œuvre un algorithme pour déterminer un encadrement d'une intégrale.</p> <p>• Calculer une intégrale.</p> | <p>On se limite à une approche intuitive de la continuité et on admet que les fonctions considérées en classe terminale sont continues sur les intervalles où elles sont intégrées.</p> <p>On s'appuie sur la notion intuitive d'aire.</p> <p>Dans le cas d'une fonction f positive et monotone, on sensibilise les élèves au fait que la fonction $x \mapsto \int_a^x f(t)dt$ est dérivable sur $[a, b]$ et a pour fonction dérivée f.</p> <p>On s'approprie le principe de la démonstration par une visualisation à l'aide d'un logiciel.</p> <p>La formule $\int_a^b f(x)dx = F(b) - F(a)$, valable pour une fonction continue et positive, est étendue au cas d'une fonction continue de signe quelconque.</p> |
| <p>Calculs d'aires.</p> <p>Valeur moyenne d'une fonction sur un intervalle.</p> | <p>• Déterminer l'aire du domaine défini comme l'ensemble des points $M(x, y)$ tels que $a \leq x \leq b$ et $f(x) \leq y \leq g(x)$, f et g étant deux fonctions.</p> | <p>On étudie en particulier le cas où g est la fonction nulle.</p> <p>Il est intéressant de traiter des cas de fonctions changeant de signe.</p> <p>Cette notion est introduite et travaillée en s'appuyant sur des situations issues des disciplines technologiques et des sciences physiques.</p> <p>↔ Valeur moyenne, valeur efficace dans un transfert énergétique.</p> |
| <p>Équations différentielles</p> <p>Équation $y' + ay = b$, où a et b sont des nombres réels, avec $a \neq 0$.</p> <p>Existence et unicité de la solution satisfaisant une condition initiale donnée.</p> | <p>• Résoudre une équation différentielle qui peut s'écrire sous la forme $y' + ay = b$, où a et b sont des nombres réels, avec $a \neq 0$.</p> <p>• Déterminer la solution satisfaisant une condition initiale donnée.</p> | <p>Dans cette partie, on propose des exemples en lien avec les autres disciplines.</p> <p>On s'appuie sur les outils logiciels pour visualiser la famille des courbes représentatives des solutions d'une équation différentielle.</p> <p>On traite tout d'abord le cas de l'équation homogène $y' + ay = 0$.</p> |

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|---|---|---|
| <p>Équation $y'' + \omega^2 y = 0$, où ω est un nombre réel non nul.</p> <p>Existence et unicité de la solution satisfaisant des conditions initiales données.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Résoudre une équation différentielle qui peut s'écrire sous la forme $y'' + \omega^2 y = 0$, où ω est un nombre réel non nul. • Déterminer la solution satisfaisant des conditions initiales données. | <p>La forme générale des solutions $t \mapsto \lambda \cos \omega t + \mu \sin \omega t$ est admise.</p> <p>On met en évidence que les solutions sont de la forme $t \mapsto A \sin(\omega t + \varphi)$ mais la transformation d'expressions de la forme $\lambda \cos \omega t + \mu \sin \omega t$ n'est pas un attendu du programme.</p> <p>L'existence et l'unicité de la solution satisfaisant des conditions initiales données sont admises.</p> <p>En liaison avec d'autres disciplines, on peut être amené à étudier d'autres types d'équations différentielles mais ce n'est pas un attendu du programme.</p> <p>↔ Circuits électriques RC, RL et LC ; résistance des matériaux.</p> |

2. Géométrie et nombres complexes

Dans la continuité de la classe de première, on apporte aux élèves des outils efficaces pour la résolution de problèmes rencontrés dans les enseignements scientifiques et technologiques. Cette partie est organisée selon deux objectifs principaux :

- *Découvrir et exploiter quelques formules trigonométriques classiques.* À cette occasion, on consolide les connaissances sur la trigonométrie et le produit scalaire développées en classe de première.
- *Enrichir les connaissances sur les nombres complexes.* Il s'agit d'introduire et d'utiliser la forme exponentielle d'un nombre complexe qui s'avère très utile pour mener des calculs algébriques, notamment en lien avec les besoins des disciplines technologiques.

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|--|--|--|
| <p>Produit scalaire dans le plan</p> <p>Formules d'addition et de duplication des sinus et cosinus.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Connaître et utiliser ces formules sur des exemples simples. | <p>À partir des formules de duplication, on obtient les formules de linéarisation de $\cos^2 a$ et $\sin^2 a$. La linéarisation d'autres puissances n'est pas au programme.</p> |
| <p>Nombres complexes</p> <p>Forme exponentielle $re^{i\theta}$ avec $r \geq 0$:</p> <ul style="list-style-type: none"> - relation $e^{i\theta} e^{i\theta'} = e^{i(\theta+\theta')}$; - produit, quotient et conjugué. | <ul style="list-style-type: none"> • Utiliser l'écriture exponentielle pour effectuer des calculs algébriques avec des nombres complexes. | <p>On fait le lien entre la relation $e^{i\theta} e^{i\theta'} = e^{i(\theta+\theta')}$ et les formules d'addition en trigonométrie.</p> <p>On exploite des situations issues des disciplines technologiques pour illustrer les calculs de produits et de quotients sous forme exponentielle.</p> <p>↔ Impédances, admittances complexes.</p> |

3. Probabilités et statistique

En probabilités et statistique, on approfondit le travail mené les années précédentes en l'enrichissant selon deux objectifs principaux :

- *Découvrir et exploiter des exemples de lois à densité.* On aborde ici le champ des problèmes à données continues. La loi uniforme fournit un cadre simple pour découvrir le concept de loi à densité et les notions afférentes. Le travail se poursuit dans le cadre des lois exponentielle et normale où le lien entre probabilité et aire est consolidé. La loi normale, fréquemment rencontrée dans les autres disciplines, doit être l'occasion d'un travail interdisciplinaire.
- *Compléter la problématique de la prise de décision par celle de l'estimation par intervalle de confiance.* On s'appuie sur la loi normale et, en mathématiques, on se limite au cadre d'une proportion. Toutefois, la pertinence des méthodes statistiques utilisées dans les disciplines scientifiques et technologiques, en particulier l'estimation d'une moyenne, peut s'observer par simulation.

Dans cette partie, le recours aux représentations graphiques et aux simulations est indispensable.

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|---|---|---|
| <p>Exemples de lois à densité</p> <p>Loi uniforme sur $[a, b]$.</p> <p>Espérance et variance d'une variable aléatoire suivant une loi uniforme.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Concevoir et exploiter une simulation dans le cadre d'une loi uniforme. | <p>Toute théorie générale des lois à densité et des intégrales sur un intervalle non borné est exclue.</p> <p>L'instruction « nombre aléatoire » d'un logiciel ou d'une calculatrice permet d'introduire la loi uniforme sur $[0, 1]$ puis sur $[a, b]$.</p> <p>Si X est une variable aléatoire de loi uniforme sur $[a, b]$ et si I est un intervalle inclus dans $[a, b]$, la probabilité de l'événement « $X \in I$ » est l'aire du domaine $\{ M(x, y) ; x \in I \text{ et } 0 \leq y \leq f(x) \}$ où $f : x \mapsto \frac{1}{b-a}$ est la fonction de densité de la loi uniforme sur $[a, b]$.</p> <p>La notion d'espérance d'une variable aléatoire à densité sur $[a, b]$ est définie à cette occasion par $\int_a^b t f(t) dt$. On note que cette définition constitue un prolongement dans le cadre continu de l'espérance d'une variable aléatoire discrète, rencontrée avec la loi binomiale. Par analogie avec la démarche conduisant à la définition de l'espérance, on présente une expression sous forme intégrale de la variance d'une variable aléatoire à densité sur $[a, b]$.</p> <p>La simulation vient à l'appui de cette démarche.</p> |
| <p>Loi exponentielle.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Calculer une probabilité dans le cadre d'une loi exponentielle. | <p>On s'intéresse à des situations concrètes, par exemple la radioactivité ou la durée de fonctionnement d'un système non soumis à un phénomène d'usure (taux de désintégration ou taux d'avarie constant).</p> |

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|---|--|---|
| <p>Espérance d'une variable aléatoire suivant une loi exponentielle.</p> <p>Loi normale d'espérance μ et d'écart type σ.</p> <p>Approximation d'une loi binomiale par une loi normale.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Connaître et interpréter l'espérance d'une variable aléatoire suivant une loi exponentielle. • Utiliser une calculatrice ou un tableur pour calculer une probabilité dans le cadre d'une loi normale. • Connaître et interpréter graphiquement une valeur approchée de la probabilité des événements suivants : $\{X \in [\mu - \sigma, \mu + \sigma]\}$, $\{X \in [\mu - 2\sigma, \mu + 2\sigma]\}$ et $\{X \in [\mu - 3\sigma, \mu + 3\sigma]\}$, lorsque X suit la loi normale d'espérance μ et d'écart type σ. • Déterminer les paramètres de la loi normale approximant une loi binomiale donnée. | <p>L'espérance est définie par $\lim_{x \rightarrow +\infty} \int_0^x t f(t) dt$, où f est la fonction de densité d'une loi exponentielle.</p> <p>On peut simuler une loi exponentielle à partir de la loi uniforme sur $[0,1]$.</p> <p>La loi normale est introduite à partir de l'observation, à l'aide d'un logiciel, du cumul des valeurs obtenues lors de la répétition à l'identique d'une expérience aléatoire dont le résultat suit une loi uniforme.</p> <p>On s'appuie sur des exemples issus des autres disciplines.</p> <p>On peut simuler une loi normale à partir de la loi uniforme sur $[0,1]$.</p> <p>Toute théorie est exclue. On illustre cette approximation à l'aide de l'outil informatique. La correction de continuité n'est pas un attendu.</p> <p>↔ Maîtrise statistique des processus.</p> |
| <p>Prise de décision et estimation</p> <p>Intervalle de fluctuation d'une fréquence.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Connaître l'intervalle de fluctuation asymptotique à 95 % d'une fréquence obtenue sur un échantillon de taille n : $\left[p - 1,96\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}, p + 1,96\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \right]$ lorsque la proportion p dans la population est connue. • Exploiter un tel intervalle de fluctuation pour rejeter ou non une hypothèse sur une proportion. | <p>On fait observer que cet intervalle est proche de celui déterminé en première à l'aide de la loi binomiale, dès que $n \geq 30$, $np \geq 5$ et $n(1-p) \geq 5$.</p> |

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|---|---|---|
| Intervalle de confiance d'une proportion. | <ul style="list-style-type: none"> Estimer une proportion inconnue avec un niveau de confiance de 95 % par l'intervalle : $\left[f - 1,96\sqrt{\frac{f(1-f)}{n}}, f + 1,96\sqrt{\frac{f(1-f)}{n}} \right]$ calculé à partir d'une fréquence f obtenue sur un échantillon de taille n. Juger de l'égalité de deux proportions à l'aide des intervalles de confiance à 95 % correspondant aux fréquences de deux échantillons de taille n. | <p>Cette expression de l'intervalle de confiance, pour n assez grand, est admise. On constate par simulation que, pour $n \geq 30$, sur un grand nombre d'intervalles de confiance, environ 95 % contiennent la proportion à estimer.</p> <p>La différence entre les deux fréquences observées est considérée comme significative quand les intervalles de confiance à 95 % sont disjoints. C'est l'occasion d'étudier des méthodes statistiques pratiquées dans les disciplines scientifiques ou technologiques.</p> <p>En liaison avec les enseignements technologiques et scientifiques, on peut observer par simulation la pertinence d'un intervalle de confiance de la moyenne d'une population, pour un caractère suivant une loi normale.</p> <p>↔ Incertitude de mesure associée à un niveau de confiance.</p> |

Algorithmique

En seconde, les élèves ont conçu et mis en œuvre quelques algorithmes. Cette formation se poursuit tout au long du cycle terminal.

Dans le cadre de cette activité algorithmique, les élèves sont entraînés à :

- décrire certains algorithmes en langage naturel ou dans un langage symbolique ;
- en réaliser quelques-uns à l'aide d'un tableur ou d'un programme sur calculatrice ou avec un logiciel adapté ;
- interpréter des algorithmes plus complexes.

Aucun langage, aucun logiciel n'est imposé.

L'algorithmique a une place naturelle dans tous les champs des mathématiques et les problèmes posés doivent être en relation avec les autres parties du programme (algèbre et analyse, statistique et probabilités, logique) mais aussi avec les autres disciplines ou le traitement de problèmes concrets.

À l'occasion de l'écriture d'algorithmes et de programmes, il convient de donner aux élèves de bonnes habitudes de rigueur et de les entraîner aux pratiques systématiques de vérification et de contrôle.

Instructions élémentaires (affectation, calcul, entrée, sortie)

Les élèves, dans le cadre d'une résolution de problèmes, doivent être capables :

- d'écrire une formule permettant un calcul ;
- d'écrire un programme calculant et donnant la valeur d'une fonction, ainsi que les instructions d'entrées et sorties nécessaires au traitement.

Boucle et itérateur, instruction conditionnelle

Les élèves, dans le cadre d'une résolution de problèmes, doivent être capables de :

- programmer un calcul itératif, le nombre d'itérations étant donné ;
- programmer une instruction conditionnelle, un calcul itératif, avec une fin de boucle conditionnelle.

Notations et raisonnement mathématiques

Cette rubrique, consacrée à l'apprentissage des notations mathématiques et à la logique, ne doit pas faire l'objet de séances de cours spécifiques mais doit être répartie sur toute l'année scolaire.

Notations mathématiques

Les élèves doivent connaître les notions d'élément d'un ensemble, de sous-ensemble, d'appartenance et d'inclusion, de réunion, d'intersection et de complémentaire et savoir utiliser les symboles de base correspondants : \in , \subset , \cup , \cap ainsi que la notation des ensembles de nombres et des intervalles.

Pour le complémentaire d'un ensemble A , on utilise la notation des probabilités \overline{A} .

Pour ce qui concerne le raisonnement logique, les élèves sont entraînés sur des exemples à :

- utiliser correctement les connecteurs logiques « et », « ou » et à distinguer leur sens des sens courants de « et », « ou » dans le langage usuel ;
- utiliser à bon escient les quantificateurs universel, existentiel (les symboles \forall , \exists ne sont pas exigibles) et repérer les quantifications implicites dans certaines propositions et, particulièrement, dans les propositions conditionnelles ;
- distinguer, dans le cas d'une proposition conditionnelle, la proposition directe, sa réciproque, sa contraposée et sa négation ;
- utiliser à bon escient les expressions « condition nécessaire », « condition suffisante » ;
- formuler la négation d'une proposition ;
- utiliser un contre-exemple pour infirmer une proposition universelle ;
- reconnaître et utiliser des types de raisonnement spécifiques : raisonnement par disjonction des cas, recours à la contraposée, raisonnement par l'absurde.

Enseignement de physique-chimie des séries sciences et technologies de l'industrie et du développement durable et sciences et technologies de laboratoire, spécialité sciences physiques et chimiques en laboratoire - classe terminale

NOR : MENE1121679A

arrêté du 2-8-2011 - J.O. du 26-8-2011

MEN - DGESCO A3-1

Vu code de l'éducation ; arrêté du 27-5-2010 ; avis du Comité interprofessionnel consultatif du 1-7-2011 ; avis du CSE du 7-7-2011

Article 1 - Le programme de l'enseignement de physique-chimie en classe terminale des séries sciences et technologies de l'industrie et du développement durable et sciences et technologies de laboratoire - spécialité sciences physiques et chimiques en laboratoire est fixé conformément à l'annexe du présent arrêté.

Article 2 - Les dispositions du présent arrêté entrent en application à la rentrée de l'année scolaire 2012-2013.

Article 3 - Le directeur général de l'enseignement scolaire est chargé de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait le 2 août 2011

Pour le ministre de l'éducation nationale, de la jeunesse et de la vie associative
et par délégation,

Le directeur général de l'enseignement scolaire,
Jean-Michel Blanquer

Annexe

Programme de l'enseignement obligatoire de physique-chimie

Classe terminale des séries technologiques STI2D et STL, spécialité SPCL

Les objectifs et les démarches de l'enseignement de physique-chimie des séries STI2D et STL se situent dans le prolongement de l'initiation aux sciences physiques et chimiques entreprise au collège puis en classe de seconde et de première. Au travers de l'apprentissage de la démarche scientifique, cet enseignement vise l'acquisition ou le renforcement chez les élèves de connaissances des lois et des modèles physiques et chimiques fondamentaux, de compétences expérimentales et d'une méthodologie de résolution de problèmes dans les domaines en lien avec les technologies industrielles ou de laboratoire, sans spécialisation excessive. Il doit permettre aux élèves d'accéder à des poursuites d'études supérieures scientifiques et technologiques dans de nombreuses spécialités et d'y réussir, puis de faire face aux évolutions scientifiques et technologiques qu'ils rencontreront dans leurs activités professionnelles. L'accent est donc mis sur l'acquisition d'une culture scientifique, de notions et de compétences pérennes pouvant être réinvesties dans le cadre d'une formation tout au long de la vie.

Depuis des siècles, les sciences ont contribué à apporter des réponses aux problèmes qui se sont posés à l'humanité et l'ont aidée à relever de véritables défis en contribuant largement au progrès technique ; elles permettent de mieux

comprendre le monde complexe qui est le nôtre et ses modes de fonctionnement, notamment ceux qui résultent de la technologie omniprésente.

Dans les séries technologiques STI2D et STL, les programmes d'enseignement privilégient une approche thématique ouverte sur les réalités contemporaines, permettant d'articuler les connaissances et les capacités fondamentales en les contextualisant. Cette démarche permet d'**identifier** des phénomènes et propriétés relevant du champ des sciences physiques et chimiques dans des réalisations technologiques, de **préciser** les problèmes qu'elles ont permis de résoudre, de **mettre en évidence** le rôle qu'elles ont joué dans l'élaboration des objets ou des systèmes simples, complexes ou innovants actuels, de **souligner** la place qu'elles peuvent et doivent tenir pour faire face aux grands défis de société.

Complémentairement, une mise en perspective historique fournit l'occasion de faire ressortir comment les allers-retours entre la technologie et les sciences physiques et chimiques ont permis de formidables inventions, découvertes et innovations scientifiques et technologiques. Celles-ci ont conduit à la réalisation de progrès techniques tout autant que de grandes avancées intellectuelles dans l'intelligibilité du monde réel.

De même que la science n'est pas faite de vérités intangibles et immuables, la technologie est en perpétuelle évolution. Qu'il s'agisse de la compréhension du monde pour le chercheur ou de la conception de nouveaux dispositifs pour l'ingénieur, leurs activités procèdent de démarches intellectuelles analogues ; il s'agit pour eux, à partir d'un questionnement, de rechercher des réponses ou des solutions à un problème, de les enrichir et de les faire évoluer avec le temps pour les rendre plus efficaces. Ces procédures entre travail conceptuel, modélisation et expérimentation constituent des composantes de la démarche scientifique.

Initier l'élève à la **démarche scientifique**, c'est lui permettre de développer des compétences nécessaires pour prendre des décisions raisonnables et éclairées dans les nombreuses situations nouvelles qu'il rencontrera tout au long de sa vie et, ainsi, le conduire à devenir un adulte libre, autonome et responsable.

Ces compétences nécessitent la maîtrise de capacités qui dépassent largement le cadre de l'activité scientifique :

- faire preuve d'initiative, de ténacité et d'esprit critique ;
- confronter ses représentations avec la réalité ;
- observer en faisant preuve de curiosité ;
- mobiliser ses connaissances, rechercher, extraire et organiser l'information utile fournie par une situation, une expérience ou un document ;
- raisonner, démontrer, argumenter, exercer son esprit d'analyse.

La **modélisation** est une composante essentielle de la démarche scientifique. Elle a pour objectif de représenter une réalité (en la simplifiant souvent) et de prévoir son comportement. Les activités pédagogiques proposées amènent l'élève à **associer** un modèle à un phénomène, à **connaître** ses conditions de validité. Les résultats expérimentaux sont **analysés et confrontés** aux prévisions d'un modèle, lui-même travaillé grâce à des simulations qui peuvent à leur tour permettre de proposer des expérimentations.

Autre composante essentielle de la démarche scientifique, la **démarche expérimentale** joue un rôle fondamental dans l'enseignement de la physique et de la chimie. Elle établit un rapport critique avec le monde réel, où les observations sont parfois déroutantes, où des expériences peuvent échouer, où chaque geste demande à être maîtrisé, où les mesures - toujours entachées d'erreurs aléatoires quand ce ne sont pas des erreurs systématiques - ne permettent de déterminer des valeurs de grandeurs qu'avec une incertitude qu'il faut pouvoir évaluer au mieux. La maîtrise de la précision dans le contexte des activités expérimentales est au cœur de l'enseignement de la physique et de la chimie. Elle participe à l'éducation des élèves à la construction d'une vision critique des informations données sous forme numérique, à la possibilité de les confronter à une norme, éducation indispensable pour l'évaluation des risques et la prise de décision.

Les **activités expérimentales** menées par les élèves sont un moyen d'appropriation de techniques, de méthodes, mais aussi de notions et de concepts. Associée à un questionnement inscrit dans un cadre de réflexion théorique, l'activité expérimentale, menée dans l'environnement du laboratoire, conduit notamment l'élève à **s'approprier** la

problématique du travail à effectuer, à maîtriser l'environnement matériel (à l'aide de la documentation appropriée), à **justifier** ou à **proposer** un protocole, à **mettre en œuvre** un protocole expérimental en respectant les règles de sécurité. L'élève doit porter un regard critique sur les résultats en identifiant les sources d'erreurs et en estimant l'incertitude sur les mesures.

L'activité expérimentale offre un cadre privilégié pour susciter la curiosité de l'élève, pour le rendre autonome et apte à prendre des initiatives et pour l'habituer à **communiquer** en utilisant des langages et des outils pertinents.

Ainsi, l'approche expérimentale ne peut se concevoir que si les conditions indispensables à une activité concrète, authentique et en toute sécurité sont réunies.

La pratique scientifique nécessite l'utilisation d'un langage spécifique. L'élève doit donc pouvoir :

- s'exprimer avec un langage scientifique rigoureux ;
- choisir des unités adaptées aux grandeurs physiques étudiées ;
- utiliser l'analyse dimensionnelle ;
- évaluer les ordres de grandeur d'un résultat.

Ces compétences sont indissociables des compétences mathématiques nécessaires. De plus, en devant présenter la démarche suivie et les résultats obtenus, l'élève est amené à pratiquer une activité de communication susceptible de le faire progresser dans la maîtrise des compétences langagières, orales et écrites, en langue française, mais aussi en anglais, langue de communication internationale dans le domaine scientifique.

L'usage adapté des Tic

La physique et la chimie fournissent naturellement l'occasion d'acquérir des compétences dans l'utilisation des Tic, certaines étant spécifiques à la discipline et d'autres d'une portée plus générale.

Outre la recherche documentaire, le recueil des informations, la connaissance de l'actualité scientifique, qui requièrent notamment l'exploration pertinente des ressources d'internet, l'activité expérimentale doit s'appuyer avec profit sur l'expérimentation assistée par ordinateur, la saisie et le traitement des mesures.

L'automatisation de l'acquisition et du traitement des données expérimentales peut ainsi permettre de dégager du temps pour la réflexion, en l'ouvrant aux aspects statistiques de la mesure et au dialogue entre théorie et expérience.

La simulation est l'une des modalités de la démarche scientifique susceptible d'être mobilisée par le professeur ou par les élèves eux-mêmes.

L'usage de caméras numériques, de dispositifs de projection, de tableaux interactifs et de logiciels généralistes ou spécialisés doit être encouragé.

Les travaux pédagogiques et les réalisations d'élèves gagneront à s'insérer dans le cadre d'un environnement numérique de travail (ENT), au cours ou en dehors des séances.

Il faudra toutefois veiller à ce que l'usage des Tic, comme auxiliaire de l'activité didactique, ne se substitue pas à une activité expérimentale directe et authentique.

Outre les sites ministériels, les sites académiques recensent des travaux de groupes nationaux, des ressources thématiques (Édubase), des adresses utiles sur les usages pédagogiques des Tic.

Présentation du programme

Ce programme est présenté selon deux colonnes intitulées :

- Notions et contenus : il s'agit des notions et des concepts scientifiques à construire ;
- Capacités exigibles : il s'agit des capacités que les élèves doivent maîtriser en fin de cycle.

Il convient de ne pas procéder à une lecture linéaire de ce programme, mais de proposer une progression qui :

- s'appuie sur les acquis des élèves en seconde et en première, ce qui peut nécessiter la mise en place d'une évaluation diagnostique ;
- est organisée autour des thèmes ;
- vise la mise en œuvre par les élèves des compétences présentées dans le préambule et des capacités exigibles

décrites dans le programme.

Pour des raisons d'efficacité pédagogique, le questionnement scientifique, prélude à la construction des notions et des concepts, se déploiera à partir d'objets techniques, professionnels, familiers ou à partir de procédés simples ou complexes, emblématiques du monde contemporain. Cette approche crée un contexte d'apprentissage stimulant, susceptible de mobiliser les élèves autour d'activités pratiques et permettant de développer des compétences variées. Cela fournit aussi l'occasion de montrer comment les sciences physiques et chimiques peuvent contribuer à une meilleure prise de conscience des enjeux environnementaux et à l'éducation au développement durable. Le programme est construit autour de trois concepts-clés de physique et de chimie : **l'énergie, la matière et l'information**.

L'énergie est au cœur de la vie quotidienne et de tous les systèmes techniques. Les grandes questions autour des « économies d'énergie » et plus largement de développement durable ne peuvent trouver de réponse qu'avec une maîtrise de ce concept et des lois qui lui sont attachées. Le programme permet, à travers de nombreux exemples, de mettre en évidence les notions de conservation et de qualité (et donc de dégradation) de l'énergie, les notions de transfert d'énergie, de conversion d'énergie et de rendement.

Pour ce qui concerne **la matière**, omniprésente sous forme minérale ou organique, qu'elle soit d'origine naturelle ou synthétique, le programme enrichit les modèles relatifs à sa constitution et à ses transformations. À travers l'étude de différents matériaux rencontrés dans la vie courante sont abordées les notions de liaisons, de macromolécules et d'interactions intermoléculaires pour rendre compte de propriétés macroscopiques spécifiques. Les transformations de la matière abordent les problématiques liées à la synthèse, les bilans de matière (lois de conservation) et les différents effets associés aux transformations physiques, chimiques et nucléaires (transfert thermique, travail électrique, rayonnement, travail mécanique). Les élèves sont sensibilisés au risque chimique et à la sauvegarde de l'environnement.

La prise **d'information**, son traitement et son utilisation sont présentes dans quasiment tous les dispositifs, que ce soit pour l'optimisation de l'utilisation des ressources dans l'habitat ou dans le transport, pour l'aide au déplacement ou dans le domaine du diagnostic médical. L'étude des chaînes d'information sera l'occasion de montrer que l'information peut être transportée par différentes grandeurs physiques, de faire le lien entre les capteurs et les lois physiques mises en œuvre, d'étudier la structure d'une chaîne d'information.

Dans la continuité du programme de première de physique-chimie, ces concepts sont introduits à travers trois thèmes :

- **Habitat** : ce thème donne la possibilité d'étudier la gestion de l'énergie (sous forme électrique, thermique, solaire, chimique), les fluides et la communication. Ce sera aussi l'occasion de s'intéresser aux produits d'entretien utilisés.
- **Transport** : ce thème permet de mettre en place les outils nécessaires à l'étude du mouvement d'un système, d'étudier différents types de motorisation (thermique et électrique), ainsi que des dispositifs de sécurité et d'assistance au déplacement.
- **Santé** : l'étude des outils du diagnostic fournit l'opportunité d'aborder les ondes électromagnétiques et la radioactivité.

L'objectif est de montrer que des **lois** importantes régissent le comportement d'objets ou de systèmes et permettent de prévoir des évolutions et des états finaux : lois de conservation de la matière et de l'énergie.

Ces thèmes font parfois appel aux mêmes concepts. Le professeur peut ainsi réinvestir, dans d'autres contextes, les connaissances et les capacités déjà introduites et travaillées lors de l'étude d'un autre thème.

La pratique d'activités expérimentales permet aussi d'acquérir des compétences dans le domaine de la **mesure** et des **incertitudes**. En faisant prendre conscience à l'élève des causes de limitation de la précision, des sources d'erreurs et de leurs implications sur la qualité de la mesure pour finalement aboutir à la validation d'une loi ou d'un modèle, on développe l'esprit critique, la capacité d'analyse et l'attitude citoyenne. L'informatique peut jouer un rôle tout à fait particulier en fournissant aux élèves les outils nécessaires à l'évaluation des incertitudes sans qu'ils soient conduits à entrer dans le détail des outils mathématiques utilisés.

Le tableau suivant résume les notions et capacités spécifiques relatives aux mesures et à leurs incertitudes que les élèves doivent **maîtriser** à la fin de la formation du lycée.

Ces notions diffusent dans chacun des thèmes du programme et ces capacités sont développées tout au long de l'année scolaire, dans le cadre des activités expérimentales. Elles ne font pas l'objet de séquences de cours spécifiques.

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|---|--|
| Erreurs et notions associées | <ul style="list-style-type: none">- Identifier les différentes sources d'erreur (de limites à la précision) lors d'une mesure : variabilité du phénomène et de l'acte de mesure (facteurs liés à l'opérateur, aux instruments, etc.). |
| Incertitudes et notions associées | <ul style="list-style-type: none">- Évaluer les incertitudes associées à chaque source d'erreur.- Comparer le poids des différentes sources d'erreur.- Évaluer l'incertitude de répétabilité à l'aide d'une formule d'évaluation fournie.- Évaluer l'incertitude d'une mesure unique obtenue à l'aide d'un instrument de mesure.- Évaluer, à l'aide d'une formule fournie, l'incertitude d'une mesure obtenue lors de la réalisation d'un protocole dans lequel interviennent plusieurs sources d'erreurs. |
| Expression et acceptabilité du résultat | <ul style="list-style-type: none">- Maîtriser l'usage des chiffres significatifs et l'écriture scientifique. Associer l'incertitude à cette écriture.- Exprimer le résultat d'une opération de mesure par une valeur issue éventuellement d'une moyenne et une incertitude de mesure associée à un niveau de confiance.- Évaluer la précision relative.- Déterminer les mesures à conserver en fonction d'un critère donné.- Commenter le résultat d'une opération de mesure en le comparant à une valeur de référence.- Faire des propositions pour améliorer la démarche. |

Habitat

Gestion de l'énergie dans l'habitat

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|--|--|
| Énergie solaire : conversions photovoltaïque et thermique. | <ul style="list-style-type: none">- Citer les modes d'exploitation de l'énergie solaire au service de l'habitat. |
| Modèle corpusculaire de la lumière, le photon. | <ul style="list-style-type: none">- Schématiser les transferts et les conversions d'énergie mises en jeu dans un dispositif utilisant l'énergie solaire dans l'habitat ; donner des ordres de grandeur des échanges. |
| Énergie d'un photon. | |

| | |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> - Interpréter les échanges d'énergie entre lumière et matière à l'aide du modèle corpusculaire de la lumière. - Mettre en œuvre une cellule photovoltaïque. Effectuer expérimentalement le bilan énergétique d'un panneau photovoltaïque. |
|--|--|

Les fluides dans l'habitat

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|--|---|
| <p>Pression dans un fluide parfait et incompressible en équilibre : pressions absolue, relative et différentielle.</p> <p>Équilibre d'un fluide soumis à la pesanteur.</p> <p>Écoulement stationnaire.</p> <p>Débit volumique et massique.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Mesurer des pressions (absolue et relative). - Citer et exploiter le principe fondamental de l'hydrostatique. - Expliciter la notion de vitesse moyenne d'écoulement dans une canalisation. - Mesurer un débit. - Citer et appliquer la loi de conservation de la masse. |
| <p>États de la matière. Transfert thermiques et changements d'état.</p> <p>Transformations physiques et effets thermiques associés</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Différencier les différentes transformations liquide-vapeur pour l'eau : évaporation, ébullition. - Associer un changement d'état au niveau macroscopique à l'établissement ou la rupture d'interactions entre entités au niveau microscopique. - Utiliser un diagramme d'état (P, T) pour déterminer l'état d'un fluide lors d'une transformation. - Utiliser l'enthalpie de changement d'état pour effectuer un bilan énergétique. |

La communication dans l'habitat

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|--|---|
| <p>Ondes électromagnétiques.</p> <p>Spectre des ondes utilisées en communication.</p> <p>Champ électrique, champ magnétique.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Classer les ondes électromagnétiques selon leur fréquence et leur longueur d'onde dans le vide. - Positionner le spectre des ondes utilisées pour les communications dans l'habitat. - Définir et mesurer les grandeurs physiques associées à une onde : période, fréquence, longueur d'onde, célérité. - Énoncer qu'une onde électromagnétique se propage dans le vide. - Décrire la structure d'une onde électromagnétique : champ magnétique, champ électrique. - Relier qualitativement le champ électrique d'une onde |

| | |
|--|---|
| | électromagnétique en un point à la puissance et à la distance de la source. |
| Mesure des grandeurs physiques dans l'habitat. | <ul style="list-style-type: none"> - Citer quelques exemples de capteurs et de détecteurs utilisés dans l'habitat. - Préciser les grandeurs d'entrée et de sortie ainsi que le phénomène physique auquel la grandeur d'entrée est sensible. - Distinguer les deux types de grandeurs : analogiques ou numériques. - Mettre en œuvre expérimentalement une chaîne de mesure simple utilisée en communication dans l'habitat. |

Entretien et rénovation dans l'habitat

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|--|--|
| Réactions acide-base et transferts de protons. Solutions acides, basiques. pH. | <ul style="list-style-type: none"> - Citer des produits d'entretien couramment utilisés dans l'habitat (détartrants, déboucheurs, savons, détergents, désinfectants, dégraissants, etc.) ; reconnaître leur nature chimique et leur précaution d'utilisation (étiquette, pictogramme). - Définir les termes suivants : acide, base, couple acide-base. - Écrire une réaction acide-base, les couples acide-base étant donnés. - Citer le sens de variation du pH en fonction de l'évolution de la concentration en $H^+(aq)$. |
| Solubilisation. Solvants de nettoyage. | <ul style="list-style-type: none"> - Choisir un solvant pour éliminer une espèce chimique à partir de données sur sa solubilité ou à partir d'une démarche expérimentale. |

Transport

Mise en mouvement

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|--|--|
| <p>Actions mécaniques : forces, moment de force, couples et moment d'un couple.</p> <p>Transfert d'énergie par travail mécanique (force constante ; couple constant).</p> <p>Puissance moyenne.</p> <p>Conservation et non-conservation de l'énergie mécanique.</p> <p>Frottements de contact entre solides ; action</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Identifier, inventorier, caractériser et modéliser les actions mécaniques s'exerçant sur un solide. - Associer une variation d'énergie cinétique au travail d'une force ou d'un couple. - Relier l'accélération à la valeur de la résultante des forces extérieures ou au moment du couple résultant dans le cas d'un mouvement uniformément accéléré. - Écrire et exploiter l'expression du travail d'une force constante ou |

| | |
|---|--|
| <p>d'un fluide sur un solide en mouvement relatif.</p> | <p>d'un couple de moment constant.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Associer la force de résistance aérodynamique à une force de frottement fluide proportionnelle à la vitesse au carré et aux paramètres géométriques d'un objet en déplacement. |
| <p>Transformation chimique et transfert d'énergie sous forme thermique. Combustion.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Citer différents carburants utilisés et leur mode de production (pétrochimie, agrochimie, bio-industries, etc.). - Utiliser le modèle de la réaction pour prévoir les quantités de matière nécessaires et l'état final d'un système. - Déterminer expérimentalement l'énergie libérée au cours de la combustion d'un hydrocarbure, puis confronter à la valeur calculée à partir d'enthalpies de combustion tabulées. - Citer les dangers liés aux combustions et les moyens de prévention et de protection. |
| <p>Transformation chimique et transfert d'énergie sous forme électrique. Piles, accumulateurs, piles à combustible.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Citer les caractéristiques des piles et leurs évolutions technologiques. - Identifier l'oxydant et le réducteur mis en jeu dans une pile à partir de la polarité de la pile ou des couples oxydant/réducteur. - Écrire les équations des réactions aux électrodes. - Expliquer le fonctionnement d'une pile, d'un accumulateur, d'une pile à combustible. - Utiliser le modèle de la réaction pour prévoir la quantité d'électricité totale disponible dans une pile. - Associer charge et décharge d'un accumulateur à des transferts et conversions d'énergie. - Définir les conditions d'utilisation optimales d'une batterie d'accumulateurs : l'énergie disponible, le courant de charge optimum et le courant de décharge maximal. |
| <p>Chaînes énergétiques. Énergie et puissance. Puissance absorbée ; puissance utile ; réversibilité ; rendement. Convertisseurs électromécaniques d'énergie ; réversibilité. Rendement de conversion.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Décrire et schématiser les transferts ou les transformations d'énergie mises en jeu dans le déplacement d'un objet en mouvement en distinguant notamment les mouvements à accélération constante et les mouvements à vitesse constante. - Comparer des ordres de grandeur des énergies stockées dans différents réservoirs d'énergie. - Écrire et exploiter la relation entre une variation d'énergie et la puissance moyenne. - Évaluer l'autonomie d'un système mobile autonome ; la comparer aux données du constructeur. - Décrire les étapes conduisant de la combustion à l'énergie mécanique. Donner un ordre de grandeur du rendement. - Déterminer expérimentalement le rendement d'un moteur électrique. - Exploiter la caractéristique mécanique d'un moteur électrique et déterminer un point de fonctionnement. |

Longévité et sécurité

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|---|---|
| Des matériaux résistants : contraintes mécaniques et thermiques, corrosion. | <ul style="list-style-type: none">- Distinguer les différentes familles de matériaux présentes dans un dispositif de transport et relier leurs propriétés physico-chimiques à leur utilisation.- Illustrer le rôle des différents facteurs agissant sur la corrosion des métaux et le vieillissement des matériaux.- Prévoir différents moyens de protection et vérifier expérimentalement leur efficacité. |

L'assistance au déplacement

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|---|--|
| Mesure des grandeurs physiques dans un dispositif de transport. | <ul style="list-style-type: none">- Citer quelques exemples de capteurs et de détecteurs utilisés dans un dispositif de transport.- Préciser les grandeurs d'entrée et de sortie ainsi que le phénomène physique auquel la grandeur d'entrée est sensible.- Distinguer les deux types de grandeurs : analogiques ou numériques.- Interpréter le spectre d'un signal périodique : déterminer la fréquence du fondamental, déterminer les harmoniques non nuls.- Mettre en œuvre expérimentalement une chaîne de mesure simple (conditionneur de capteur, conditionneur de signal, numérisation, etc.) |

Santé

Quelques outils du diagnostic médical

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|---|--|
| Ondes électromagnétiques ; rayonnements gamma, X, UV, visible, IR. | <ul style="list-style-type: none">- Classer les ondes électromagnétiques selon leur fréquence, leur longueur d'onde dans le vide et leur énergie.- Expliciter la dépendance entre la puissance rayonnée par un corps et sa température.- Exploiter le lien entre la température d'un corps et la longueur d'onde pour laquelle l'émission de lumière est maximale. |
| Réflexion, absorption et transmission des ondes électromagnétiques. | <ul style="list-style-type: none">- Associer l'absorption d'une onde électromagnétique à la nature du milieu concerné. |

| | |
|--|---|
| Champ magnétique : sources de champ magnétique (Terre, aimant, courant). Sources de champ magnétique intenses : électro-aimant supraconducteur. | <ul style="list-style-type: none">- Mettre en évidence expérimentalement l'existence d'un champ magnétique et déterminer ses caractéristiques.- Citer quelques ordres de grandeur de champ magnétique. |
|--|---|

Prévention et soin

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|--|---|
| Radioactivité. Isotopes. Activité. Décroissance radioactive et demi-vie. Protection contre les risques de la radioactivité. | <ul style="list-style-type: none">- Citer les différents types de radioactivité et préciser la nature des particules émises ou des rayonnements émis.- Définir l'isotopie et reconnaître des isotopes.- Positionner le rayonnement gamma dans le spectre des ondes électromagnétiques.- Interpréter les échanges d'énergie entre rayonnement et matière à l'aide du modèle corpusculaire.- Exploiter une courbe de décroissance radioactive et le temps de demi-vie d'une espèce radioactive.- Citer l'unité de mesure de la dose d'énergie absorbée.- Citer les risques liés aux espèces radioactives et exploiter une documentation pour choisir des modalités de protection. |

Enseignement de chimie, biochimie, sciences du vivant de la série sciences et technologies de laboratoire - classe terminale

NOR : MENE1121686A

arrêté du 2-8-2011 - J.O. du 26-8-2011

MEN - DGESCO A3-1

Vu code de l'éducation ; arrêté du 27-5-2010 ; avis du Comité interprofessionnel consultatif du 1-7-2011 ; avis du CSE du 7-7-2011

Article 1 - Le programme de l'enseignement de chimie, biochimie, sciences du vivant en classe terminale de la série sciences et technologies de laboratoire est fixé conformément à l'annexe du présent arrêté.

Article 2 - Les dispositions du présent arrêté entrent en application à la rentrée de l'année scolaire 2012-2013.

Article 3 - Le directeur général de l'enseignement scolaire est chargé de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait le 2 août 2011

Pour le ministre de l'éducation nationale, de la jeunesse et de la vie associative
et par délégation,
Le directeur général de l'enseignement scolaire,
Jean-Michel Blanquer

Annexe

 Programme

Annexe**Programme d'enseignement de chimie-biochimie-sciences du vivant
Classe terminale de la série technologique STL****Préambule**

L'enseignement de chimie-biochimie-sciences du vivant de la classe terminale de la série STL prolonge celui de la classe de première. Commun aux deux spécialités de la série STL - biotechnologies et sciences physiques et chimiques en laboratoire -, ce programme est en cohérence avec l'enseignement de physique-chimie du tronc commun des séries STI2D et STL et avec les enseignements spécifiques à chacune des spécialités : biotechnologies et sciences physiques et chimiques en laboratoire.

Les objectifs généraux de cet enseignement

L'objectif du programme de la classe terminale ambitionne toujours, comme en classe de première, de permettre aux élèves des filières technologiques, futurs techniciens, futurs ingénieurs ou futurs chercheurs d'acquérir une **culture générale dans ces trois champs disciplinaires** qui se mêlent et s'enrichissent des apports de chacun. L'interface entre ces trois champs scientifiques est, depuis plus de deux siècles, le siège d'importantes découvertes et avancées scientifiques et elle mérite d'être explorée par une approche concrète et pluridisciplinaire. Cette exploration conduit à une culture fondée sur des connaissances actuelles, considérées comme valides tant qu'elles résistent à l'épreuve des faits, et sur des modes de raisonnement propres aux sciences.

Cet **enseignement intégré** vise donc à poursuivre la construction d'une culture commune portant sur **les systèmes vivants aux différentes échelles** et à introduire les concepts relatifs à chaque discipline au moment opportun. Il ne s'agit pas d'une juxtaposition de disciplines sans lien entre elles, mais bien, dans cet enseignement innovant, de faire ressortir les connexions entre trois champs disciplinaires par le passage continu d'une discipline à l'autre à travers les thématiques, les disciplines n'étant pas identifiées en tant que telles. Le programme propose notamment l'utilisation d'un vocabulaire harmonisé pour favoriser la compréhension de l'élève et pour l'aider à faire le lien entre les disciplines scientifiques au lycée, mais aussi au-delà, dans l'enseignement supérieur.

Cet enseignement privilégie toujours **l'acquisition de compétences**, de méthodes, de raisonnements, d'autonomie et d'initiative à travers la réalisation d'**activités concrètes, pratiques et contextualisées** suscitant la motivation de l'élève et l'amenant à participer à la construction de son savoir.

Enfin, cette année de terminale doit contribuer à préparer tous les élèves à des **poursuites d'études supérieures scientifiques** et, au-delà, aux métiers auxquels elles conduisent. Leur réussite y sera favorisée si chacun d'eux parvient à mobiliser de manière autonome ses acquis théoriques, méthodologiques et techniques, à élaborer sa propre démarche de résolution et à réaliser des bilans simples et synthétiques, éventuellement sous forme de schémas, à propos des thématiques abordées ou des documents analysés.

L'acquisition de compétences par les élèves

L'acquisition des **connaissances fondamentales** reste un objectif important de cet enseignement, cependant celles-ci ne participent à la formation intellectuelle et citoyenne des élèves que dans la mesure où elles sont assorties de **capacités** à les mobiliser pour résoudre un problème et d'**attitudes** essentielles à développer lors de la pratique d'activités scientifiques en autonomie, seul ou en groupe. Les connaissances, capacités et attitudes présentes dans le programme précisent les limites des attendus exigibles en fin de cycle terminal et sont à prendre en compte dans la conception des scénarios pédagogiques visant leur acquisition et lors des phases d'évaluations visant leur contrôle. Rappelons que l'on désigne par **compétence** une combinaison de connaissances, capacités et attitudes mises en œuvre pour résoudre une tâche donnée.

À propos des modalités d'enseignement

Les **activités expérimentales** répondant à une problématique et conduisant à des démarches de modélisation, les **démarches historiques** montrant l'évolution des idées et la construction progressive des connaissances, les **études de terrain** abordant des situations complexes réelles, l'**analyse de documents** de nature variée, sont autant d'approches pertinentes pour mettre en œuvre cet enseignement. Leur intérêt a été souligné dans le préambule de la classe de première dont le contenu reste valable pour l'année de terminale.

Pour autant, le programme est toujours conçu pour laisser une grande place à la **liberté pédagogique du professeur**, notamment dans le choix de l'ordre de présentation du programme, des modalités didactiques retenues, et des supports utilisés, expériences ou ressources documentaires, pour illustrer chacun des items. Il n'en reste pas moins vrai que le professeur doit :

- s'attacher à atteindre l'ensemble des objectifs de formation fixés par le programme ;
- s'assurer de la validité scientifique des ressources pédagogiques, que ce soient des articles publiés dans des revues, des ressources numériques ou des vidéos ;
- proposer aux élèves des méthodes et outils diversifiés afin qu'ils puissent manipuler, expérimenter avec ou sans l'ordinateur, aller sur le terrain, modéliser, rechercher une information à partir de documents de nature différente.

Le programme de la classe terminale

La forme du programme de la classe terminale est analogue à celle du programme de la classe de première. Chaque thème comporte une brève introduction qui en indique l'esprit général et se trouve présenté en **deux colonnes** intitulées :

- **Connaissances** : dans la colonne de gauche, figurent les savoirs à acquérir sous forme de résumés. Les termes en gras sont des **mots-clés** destinés à faciliter la lecture et le repérage. Le niveau visé est précisé par les capacités à mettre en œuvre ces connaissances dans une situation donnée, qui sont regroupées dans la colonne de droite.

- **Capacités** : dans la colonne de droite sont précisés les savoir-faire à acquérir, capacités explicitées sous forme de verbes d'action. Les termes et expressions libellés en caractères gras et en italique font référence à des activités pratiques en laboratoire réalisées par les élèves. Les ressources documentaires restent au choix de l'enseignant qui doit s'assurer de leur validité scientifique ; ce sont des supports papier, des ressources numériques, des vidéos, l'essentiel étant que les élèves soient habitués à exploiter des documents de nature différente.

Pour ce qui concerne les **attitudes** ou savoir-être, il s'agit d'**attitudes générales** mobilisées dans la plupart des activités, aussi sont-elles données dans le préambule. Elles s'inscrivent toutes dans le prolongement du socle commun :

- montrer de l'intérêt pour les progrès scientifiques et techniques et percevoir le lien entre sciences et techniques ;
- manifester sens de l'observation, curiosité, imagination, esprit critique ;
- être capable d'attitude critique face aux ressources documentaires ;
- avoir le goût du raisonnement fondé sur des arguments dont la validité est à prouver ;
- comprendre la nature provisoire du savoir scientifique ;
- être conscient de sa responsabilité face à l'environnement, la santé, le monde vivant ;
- être conscient de l'existence d'implications éthiques de la science ;
- avoir une bonne maîtrise de son corps ;
- respecter les règles de sécurité ;
- travailler en groupe, prendre en compte l'avis des autres.

De même, des **capacités générales** liées à la pratique de la démarche scientifique, elles-mêmes dans le prolongement du socle commun, sont communes à l'ensemble des items :

- pratiquer une démarche scientifique (observer, questionner, formuler une hypothèse, expérimenter, raisonner avec rigueur, modéliser) ;
- rechercher, extraire et organiser l'information utile ;
- manipuler, mesurer, exploiter des résultats, appliquer des consignes ;
- comprendre qu'un fait peut avoir plusieurs causes ;
- présenter la démarche suivie, exprimer les résultats obtenus, communiquer à l'aide d'un langage adapté, à l'écrit comme à l'oral.

Cinq thèmes d'étude portant sur les systèmes vivants

Le programme de la classe terminale complète les quatre thèmes déjà abordés en classe de première et les prolonge par un cinquième thème portant sur **les systèmes vivants de grande échelle** qui permet d'avoir une vision plus globale sur les enjeux du monde contemporain et d'amener l'élève à développer une réflexion citoyenne. En effet, l'impérieuse nécessité de proposer actuellement des solutions s'inscrivant dans le cadre d'un développement durable conduit à comparer différentes solutions pour effectuer des choix, en fonction de contraintes sociales, économiques et environnementales. L'enseignement de chimie-biochimie-sciences du vivant, à la croisée des disciplines, devrait permettre à l'élève de disposer de la formation scientifique requise pour s'engager dans cette approche systémique des problèmes et pour parvenir, à l'issue d'analyses multifactorielles, à apporter des arguments scientifiques sur les choix, tout en identifiant les problèmes éthiques. Ce dernier thème est un lieu privilégié de réinvestissement des compétences acquises dans les autres thèmes et pourrait avantageusement s'appuyer sur des projets d'élèves. Dans chaque thème, les titres des chapitres abordés en première sont indiqués ci-dessous en italique, alors que ceux introduits en terminale le sont en caractère droit.

Thème 1 : Les systèmes vivants présentent une organisation particulière de la matière

Il s'agit de montrer que les systèmes vivants présentent une grande diversité d'organisation et de fonctionnement, néanmoins leur étude à différentes échelles (organes, tissus, cellule, macromolécule, molécule) révèle des indices de leur unité. Des relations structures/propriétés sont établies au niveau moléculaire.

Les virus sont des systèmes biologiques infectieux, constitués au minimum d'un acide nucléique et de protéines ; ils ne peuvent être décrits indépendamment de la cellule hôte dont ils utilisent les constituants pour se multiplier.

1.1 Les organismes vivants présentent une unité et une diversité

1.2 Les organismes vivants peuvent être explorés par des techniques adaptées à chaque échelle

1.3 Les organismes vivants présentent différents niveaux d'organisation

1.4 La cellule fonde l'unité du vivant

1.5 Les molécules des organismes vivants présentent des structures et des propriétés spécifiques

1.6 Les virus sont des systèmes biologiques non cellulaires

Thème 2 : Les systèmes vivants échangent de la matière et de l'énergie

Le maintien de l'intégrité biologique des systèmes vivants nécessite qu'ils entretiennent avec le milieu les échanges indispensables à la couverture de leurs besoins en nutriments et en énergie. La thermodynamique permet de rendre compte des aspects énergétiques des transformations chimiques intervenant lors du métabolisme (hydrolyse, oxydoréduction, synthèse de biomolécules) et du rôle qui y est joué par l'ATP. La spécificité des réactions mises en œuvre dans le métabolisme est assurée grâce aux enzymes, les catalyseurs biologiques.

2.1 *L'alimentation humaine doit être diversifiée pour apporter les différents nutriments*

2.2 *Chez l'homme, les aliments sont d'abord digérés, puis les nutriments sont absorbés et distribués par le milieu intérieur*

2.3 *Les cellules puisent les nutriments dans leur environnement pour former et renouveler leurs constituants*

2.4 *Le maintien de l'équilibre dynamique des paramètres physiologiques assure la stabilité du milieu intérieur*

2.5. Les systèmes vivants assurent leur activité et maintiennent leur intégrité en utilisant des voies métaboliques variées

2.6. Les voies métaboliques des systèmes vivants sont exploitées dans les bio-industries

Thème 3 : Les systèmes vivants maintiennent leur intégrité et leur identité en échangeant de l'information

Le maintien de l'intégrité et de l'identité d'un organisme demande une modulation et un contrôle de son fonctionnement. Cette régulation mobilise divers moyens de communication assurant les transferts d'informations nécessaires.

3.1 *Un système vivant est un système de communication intégrée*

3.2 *Les systèmes vivants utilisent deux grandes voies de communication (nerveuse, hormonale, régulation)*

3.3 Le maintien de l'intégrité de l'organisme par les mécanismes immuns nécessite la reconnaissance du soi et une coopération entre les cellules immunocompétentes

Thème 4 : Les systèmes vivants contiennent, échangent et utilisent de l'information génétique

La variété phénotypique des systèmes vivants est déterminée à différentes échelles par la diversité des informations portées par l'ADN, par leurs transmissions lors des phases de réplication ou lors de la reproduction sexuée. Cette dernière permet le brassage génétique qui confère à chaque individu une identité propre.

4.1 *Les propriétés informatives de l'ADN*

4.2 Le phénotype d'un individu est lié à l'expression de son génotype

4.3 La séquence codante d'un gène permet l'expression d'un caractère via la synthèse d'une protéine

4.4 L'information génétique est conservée par réplication de l'ADN

4.5 La reproduction sexuée permet la rencontre de deux informations génétiques

4.6 L'ADN est un objet des biotechnologies

Thème 5 : Les systèmes vivants de grande échelle : écosystèmes et biosphère

Systèmes vivants de grande échelle, la biosphère et ses écosystèmes participent aux échanges de matière et d'énergie entre différentes enveloppes terrestres ; la biosphère contribue ainsi au recyclage de la matière et des éléments qui la constituent.

Les organismes vivants, quant à eux, peuvent être utilisés comme agents de dépollution ou d'élaboration d'espèces chimiques ; des procédés sont actuellement exploités à l'échelle industrielle et d'autres sont encore étudiés à l'état de prototype. Tous s'attachent à résoudre des problèmes sociétaux et environnementaux.

5.1 Les organismes vivants sont divers mais apparentés

5.2 Le sol et l'agrosystème sont deux écosystèmes de surface

5.3 La biosphère est une interface entre différentes enveloppes terrestres

5.4 Les organismes vivants sont utilisés par l'Homme comme agents de dépollution et de production

Thème 1 - Les systèmes vivants présentent une organisation particulière de la matière

Niveau d'organisation particulier de la matière, les virus sont des systèmes biologiques infectieux, constitués au minimum d'un acide nucléique et de protéines ; ils ne peuvent être décrits indépendamment de la cellule hôte dont ils utilisent les constituants pour se multiplier.

1.6 Les virus sont des systèmes biologiques non cellulaires

| Connaissances | Capacités |
|--|---|
| Les virus diffèrent entre eux par leur structure et la nature de leur acide nucléique. | Exploiter des ressources documentaires pour : - identifier les principales caractéristiques structurales des virus ; - mettre en relation les éléments de structure avec leurs propriétés biologiques. |
| Les virus sont des parasites obligatoires des cellules ; ils se multiplient en utilisant la machinerie cellulaire. Les génomes de certains virus s'intègrent durablement à la cellule hôte. La libération des virus provoque généralement la mort de la cellule . | Exploiter des ressources documentaires pour : - identifier les principales étapes d'un cycle viral ; - mettre en relation les principales étapes de la multiplication virale avec la notion de parasitisme obligatoire. |

Thème 2 - Les systèmes vivants échangent de la matière et de l'énergie

Le maintien de l'intégrité biologique des systèmes vivants nécessite qu'ils entretiennent avec le milieu les échanges indispensables à la couverture de leurs besoins en nutriments et en énergie. La thermodynamique permet de rendre compte des aspects énergétiques des transformations chimiques intervenant lors du métabolisme (hydrolyse, oxydoréduction, synthèse de biomolécules) et du rôle qui y est joué par l'ATP. La spécificité des réactions mises en œuvre dans le métabolisme est assurée grâce aux enzymes, les catalyseurs biologiques.

2.5 Les systèmes vivants assurent leur activité et maintiennent leur intégrité en utilisant des voies métaboliques variées

| Connaissances | Capacités |
|---|---|
| Une voie métabolique est une suite de transformations chimiques catalysées par des enzymes. Lors d'une transformation chimique en solution, un système fermé évolue vers un état d'équilibre chimique. Cet état d'équilibre dépend de l'état initial et de la constante d'équilibre $K(T)$, caractéristique de la réaction. Une réaction est favorisée quand la valeur de la constante d'équilibre $K(T)$ est élevée, c'est-à-dire quand l'enthalpie libre standard de réaction $\Delta_r G^0(T)$ est négative. Le déplacement de l'état d'équilibre d'un système peut être provoqué en faisant varier les conditions opératoires : température, excès d'un réactif ou élimination d'un produit. | Mettre en œuvre des activités expérimentales et exploiter des ressources documentaires pour : - reconnaître le type de système étudié : isolé, fermé, ouvert, stationnaire ; - déterminer l'état final d'un système , dans le cas d'une réaction acide-base ou d'une réaction d'estérification-hydrolyse ; - exprimer le quotient réactionnel Q_r et le comparer à la constante d'équilibre $K(T)$, par exemple K_A pour la réaction de dissociation d'un acide dans l'eau ; - mettre en relation l'état final avec le caractère total ou limité d'une transformation ; - identifier les facteurs d'influence d'un état d'équilibre ; - proposer un protocole pour déplacer un état d'équilibre. |

| | |
|---|---|
| <p>Un organisme vivant est un système ouvert qui échange de la matière et de l'énergie avec l'extérieur.</p> <p>Les transformations chimiques dans l'organisme humain se déroulent à une température et un pH maintenus constants.</p> <p>Une transformation chimique est favorisée à pH = 7,0 et à 37°C quand l'enthalpie libre standard de réaction $\Delta_r G^0$ est négative.</p> <p>Dans la cellule, la réaction d'hydrolyse de l'ATP en ADP est caractérisée par une enthalpie libre de réaction $\Delta_r G^0 = - 30 \text{ kJ.mol}^{-1}$</p> <p>Certaines transformations chimiques sont favorisées par le couplage de réactions exergoniques ($\Delta_r G^0 < 0$) avec des réactions endergoniques ($\Delta_r G^0 > 0$).</p> | <p>Analyser des exemples de réactions biochimiques pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - déterminer l'enthalpie libre d'une transformation obtenue par couplage à partir des enthalpies libres de réaction $\Delta_r G^0$ mises en jeu ; - positionner le $\Delta_r G^0$ de l'hydrolyse de l'ATP en ADP sur une échelle des $\Delta_r G^0$ des réactions intracellulaires ; - représenter sur la structure de l'ATP la liaison mise en jeu dans l'hydrolyse exergonique de l'ATP en ADP ; - expliquer le rôle de l'ATP et de l'ADP comme intermédiaires énergétiques. |
| <p>Certaines réactions chimiques intervenant au cours du métabolisme sont des réactions d'oxydoréduction.</p> <p>Un couple oxydant-réducteur est caractérisé par un potentiel standard E° à 25°C et par un potentiel standard apparent $E^{\circ'}$ à pH = 7,0 et 37°C.</p> <p>Les réactions d'oxydoréduction sont d'autant plus exergoniques que la valeur $\Delta E^{\circ'}$ de la différence de potentiel standard des deux couples réagissant est grande.</p> | <p>Exploiter des ressources documentaires pour</p> <ul style="list-style-type: none"> - identifier l'oxydant et le réducteur d'un couple redox ; - écrire une demi-équation d'oxydoréduction, en particulier les demi-équations des couples NAD^+/NADH, FAD/FADH_2 ; - positionner sur une échelle de potentiels redox standards des couples intervenant dans le métabolisme énergétique : $\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$, cytochromes ox/red, coenzymes ox/red ; - positionner sur une échelle relative de niveau d'oxydation le dioxyde de carbone et des groupes caractéristiques qui interviennent dans les voies métaboliques (alcools, aldéhydes, cétones, acides). |
| <p>Dans la cellule, les réactions d'oxydation des substrats conduisent à la synthèse d'ATP.</p> <p>La réaction endergonique de phosphorylation de l'ADP en ATP nécessite un couplage :</p> <ul style="list-style-type: none"> - soit avec une transformation chimique comportant une oxydoréduction (couplage chimio-chimique) ; - soit avec un transport de protons dans le sens du gradient de concentration transmembranaire (couplage osmo-chimique). | <p>Exploiter des ressources documentaires pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - identifier la nature du couplage énergétique mis en jeu lors d'une synthèse d'ATP ; - schématiser une synthèse d'ATP par couplage osmo-chimique. |
| <p>Le métabolisme cellulaire est constitué par l'ensemble des voies métaboliques d'une cellule.</p> <p>L'ensemble des voies conduisant à la dégradation de substrats et à la production d'ATP est appelé le catabolisme.</p> <p>L'ensemble des voies conduisant à la synthèse de molécules constitutives de l'organisme est appelé anabolisme.</p> | <p>Exploiter des ressources documentaires pour</p> <ul style="list-style-type: none"> - localiser au sein de la cellule quelques voies cataboliques : glycolyse, cycle de Krebs, chaîne respiratoire ; - repérer et annoter les étapes d'oxydoréduction et de synthèse d'ATP des voies cataboliques : la glycolyse, le cycle de Krebs, la chaîne respiratoire aérobie, la fermentation lactique ou alcoolique ; - établir les bilans d'énergie et de matière de l'utilisation du glucose par respiration et par fermentation ; - calculer un rendement énergétique en ATP ; - identifier une voie anabolique par la consommation d'ATP associée à l'utilisation de coenzymes réduits. |
| <p>La source d'énergie permet de distinguer les phototrophes et les chimiotrophes.</p> <p>La nature du donneur d'électrons permet de distinguer les organotrophes et les lithotrophes.</p> <p>Les animaux et de nombreuses bactéries sont des organismes chimio-organotrophes.</p> | <p>Mettre en œuvre un protocole expérimental (EXAO), exploiter des ressources documentaires pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - identifier le type trophique énergétique d'un organisme par l'étude des conditions permettant sa croissance ; - repérer, sur un schéma simple de la phase claire de la photosynthèse, les rôles du donneur d'électrons H_2O et de la lumière ainsi que la production d'ATP et de coenzyme réduit. |

| | |
|---|--|
| <p>Les végétaux chlorophylliens, les cyanobactéries sont des organismes photo-lithotrophes.</p> <p>La photosynthèse oxygénique permet à des organismes (végétaux, algues, cyanobactéries) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - de synthétiser de l'ATP en présence de lumière par couplage osmo-chimique ; - d'obtenir des coenzymes réduits utilisables pour l'anabolisme. | |
|---|--|

2.6 Les voies métaboliques des systèmes vivants sont exploitées dans les bio-industries

| Connaissances | Capacités |
|--|---|
| <p>Les transformations biologiques mises en œuvre dans les systèmes vivants sont exploitées dans les bio-industries pour la fabrication de nombreux produits.</p> | <p>Exploiter des ressources documentaires pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - identifier les produits issus d'une fermentation éthanolique ou lactique ; - établir l'équation chimique globale de la transformation du glucose ; - expliquer l'intérêt industriel des fermentations par la notion de taux de conversion. |

Thème 3 - Les systèmes vivants maintiennent leur intégrité et leur identité en échangeant de l'information

Le maintien de l'intégrité et de l'identité d'un organisme demande une modulation et un contrôle de son fonctionnement. Cette régulation mobilise divers moyens de communication assurant les transferts d'informations nécessaires.

3.2 Les systèmes vivants utilisent deux grandes voies de communication (suite)

| Connaissances | Capacités |
|--|--|
| <p>La régulation de l'axe gonadotrope masculin et féminin intègre des communications nerveuses et hormonales.</p> <p>L'hypothalamus et l'hypophyse sont deux organes étroitement associés et situés à la base du cerveau.</p> <p>La régulation de l'axe gonadotrope masculin fait intervenir plusieurs niveaux de contrôle :</p> <ul style="list-style-type: none"> - contrôle de l'hypophyse par l'hypothalamus ; - contrôle du testicule par l'hypophyse ; - rétrocontrôle négatif du testicule sur le complexe hypothalamo-hypophysaire. <p>La régulation de l'axe gonadotrope féminin fait intervenir plusieurs niveaux de contrôle :</p> <ul style="list-style-type: none"> - contrôle de l'hypophyse par l'hypothalamus ; - contrôle de l'ovaire par l'hypophyse ; - contrôle de l'utérus par l'ovaire ; - rétrocontrôle négatif ou positif de l'ovaire sur le complexe hypothalamo-hypophysaire. | <p>Exploiter des ressources documentaires pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - établir : <ul style="list-style-type: none"> . l'action de la GnRH sur la production hypophysaire de LH et FSH, . les actions respectives de LH et FSH sur la production des hormones sexuelles et sur la gamétogenèse, . le rétrocontrôle exercé par les hormones sexuelles sur le complexe hypothalamo-hypophysaire ; - mettre en relation l'ensemble des communications neuro-hormonales régulant l'axe gonadotrope avec la synchronisation des cycles sexuels. |
| <p>La procréation peut être maîtrisée par différentes méthodes contraceptives et contragestives.</p> | <p>Exploiter des ressources documentaires pour identifier les modes d'actions mécaniques ou hormonaux des principales méthodes contraceptives et contragestives.</p> <p>Prendre conscience du droit à la maîtrise de la procréation et de sa dimension éthique.</p> |

3.3 Le maintien de l'intégrité de l'organisme par les mécanismes immuns nécessite la reconnaissance du soi et une coopération entre cellules immunocompétentes

| Connaissances | Capacités |
|--|--|
| <p>L'organisme possède des barrières naturelles qui limitent l'entrée d'agents étrangers. Certains microorganismes pathogènes peuvent provoquer des infections ; d'autres sont commensaux.</p> | <p>Exploiter des ressources documentaires pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - caractériser les différentes barrières naturelles ; - identifier des facteurs de pathogénicité. |
| <p>La capacité des organismes à différencier le soi du non-soi est à la base des réactions immunitaires de défense. Un antigène est une molécule identifiée comme du non-soi. Des marqueurs moléculaires membranaires spécifiques de chaque individu déterminent le soi.</p> | <p>Exploiter des ressources documentaires pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - montrer que l'organisme différencie le soi du non-soi (rejets de greffes) ; - relier le complexe majeur d'histocompatibilité (CMH) à cette différenciation. |
| <p>Lors d'une infection, la réponse immunitaire débute par une réaction inflammatoire qui recrute les phagocytes par chimiotactisme.</p> <p>La réaction de défense se termine le plus souvent par la phagocytose de l'agent infectieux.</p> | <p>Observer des préparations microscopiques (frottis) et utiliser des documents pour identifier les différentes populations leucocytaires (granulocytes, monocytes et lymphocytes).</p> <p>Exploiter des ressources documentaires pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - associer les signes cliniques, dits locaux, à la réaction inflammatoire au niveau d'une plaie (rougeur, chaleur, douleur, œdème) ; - distinguer les principales étapes de la phagocytose. |
| <p>La réponse immunitaire peut se poursuivre par une réaction acquise ou adaptative, spécifique de l'antigène présenté par une cellule appelée « cellule présentatrice de l'antigène », souvent un phagocyte.</p> <p>La réaction adaptative nécessite une action coopérative de plusieurs types de lymphocytes grâce à des contacts cellulaires et à des messagers, les interleukines.</p> <p>La réaction adaptative conduit à la différenciation de lymphocytes produisant des anticorps ou ayant une action cytotoxique.</p> | <p>Exploiter des ressources documentaires pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - mettre en relation la réaction immunitaire adaptative avec les organes lymphoïdes secondaires où elle se déroule ; - relier les populations de lymphocytes à leur mode d'intervention : auxiliaire, médiation cellulaire, médiation humorale. |
| <p>La synthèse d'anticorps spécifiques d'un antigène peut être déclenchée in vivo à des fins d'immunisation. Le principe de la vaccination repose sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la rapidité et l'amplitude de la production d'anticorps lors d'une réponse secondaire ; - l'utilisation d'un antigène dérivé d'un agent pathogène. | <p>Exploiter une courbe de réponse immunitaire en fonction du temps, pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - mettre en évidence les réponses primaires et secondaires à un antigène ; - mettre en évidence le rôle des lymphocytes mémoire. <p>Exploiter des ressources documentaires pour prendre conscience des enjeux individuels, sociétaux et économiques de la vaccination.</p> |
| <p>Les anticorps peuvent être utilisés :</p> <ul style="list-style-type: none"> - in vivo pour des applications thérapeutiques ; - in vitro pour des applications diagnostiques. | <p>Exploiter des ressources documentaires pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - caractériser la sérothérapie ; - identifier la molécule recherchée dans une méthode diagnostique : anticorps ou antigène. |

Thème 4 - Les systèmes vivants contiennent, échangent et utilisent de l'information génétique

La variété phénotypique des systèmes vivants est déterminée à différentes échelles par la diversité des informations portées par l'ADN, par leurs transmissions lors des phases de réplication ou lors de la reproduction sexuée. Cette dernière permet le brassage génétique qui confère à chaque individu une identité propre.

4.2 Le phénotype d'un individu est lié à l'expression de son génotype

| Connaissances | Capacités |
|---|--|
| <p>La transmission des caractères héréditaires lors de la reproduction sexuée chez les eucaryotes obéit à des lois statistiques.</p> <p>Le phénotype est constitué par les caractères visibles d'un individu.</p> <p>Le génotype est l'ensemble des allèles d'un individu.</p> <p>Chez les eucaryotes, un même gène présente différentes versions alléliques dues à des mutations.</p> <p>Dans un organisme diploïde, deux allèles d'un même gène coexistent pour un caractère.</p> <p>Entre deux allèles différents d'un même gène, il existe une relation de dominance : un allèle dominant et un allèle récessif ou deux allèles codominants.</p> <p>L'allèle dominant conditionne le phénotype pour un caractère héréditaire.</p> <p>Ce polyallélisme est à l'origine de la variété des phénotypes des individus d'une même espèce.</p> <p>Pour un caractère donné, la transmission héréditaire peut être interprétée à partir des génotypes parentaux.</p> <p>Le phénotype d'un individu résulte de l'expression de son génotype, mais aussi de l'influence de paramètres environnementaux.</p> | <p>Exploiter des ressources documentaires pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - mettre en évidence le polyallélisme d'un gène ; - relier le phénotype obtenu lors d'un croisement à la dominance ou la récessivité des allèles ; - construire un tableau de croisement pour un caractère héréditaire ; - analyser un arbre généalogique pour la transmission d'un caractère ; par exemple les groupes sanguins du système ABO ; - proposer une définition d'un gène ; - analyser l'influence de facteurs de l'environnement sur l'expression d'un caractère. |

4.3 La séquence codante d'un gène permet l'expression d'un caractère via la synthèse d'une protéine

| Connaissances | Capacités |
|---|--|
| <p>L'ADN contient des unités d'information appelées gènes.</p> <p>Le génome est l'ensemble du matériel génétique d'un organisme.</p> <p>La séquence d'ADN du brin codant d'un gène est transcrite en une séquence d'ARN : c'est la transcription.</p> <p>Dans le cas de l'ARN messager, la séquence codante est traduite en une séquence d'acides aminés selon le code génétique universel : c'est la traduction.</p> <p>Les gènes des eucaryotes sont morcelés : ils comportent des séquences non codantes, les introns, et des séquences codantes, les exons. Avant la traduction, les introns sont éliminés de la molécule d'ARN messager par épissage.</p> <p>Chez les eucaryotes, la transcription a lieu dans le noyau, la traduction a lieu dans le cytosol.</p> <p>Les séquences d'ADN codant pour des protéines ne constituent qu'une partie du génome.</p> | <p>Exploiter des ressources documentaires pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - comparer deux séquences nucléotidiques et déterminer un pourcentage ou score de similitude ; - mettre en évidence l'organisation morcelée d'un gène eucaryote par comparaison d'une séquence d'ADN et d'une séquence protéique ; - transcrire la séquence d'un oligonucléotide d'ADN en une séquence d'ARN ; - utiliser le code génétique pour traduire la séquence d'un oligonucléotide d'ARN messager en une séquence peptidique ; - construire un schéma simplifié : <ul style="list-style-type: none"> . localisant la transcription et la traduction dans la cellule, . de la phase d'élongation de la transcription, . de la phase d'élongation de la traduction. |

4.4 L'information génétique est conservée par réplication de l'ADN

| Connaissances | Capacités |
|---|--|
| <p>Le cycle cellulaire des cellules eucaryotes se déroule en plusieurs phases.</p> <p>L'ADN est répliqué au cours de la phase de synthèse.</p> <p>La cellule se divise au cours de la phase de mitose.</p> | <p>Exploiter des ressources documentaires pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - représenter le cycle cellulaire ; - analyser la courbe d'évolution de la quantité d'ADN par cellule durant le cycle. |
| <p>Pendant l'interphase, l'ADN eucaryote, porteur de l'information génétique, est associé à des protéines pour former la chromatine.</p> <p>La chromatine peut être diffuse ou dense ; elle atteint une compaction maximale au sein des chromosomes pendant la mitose.</p> | <p>Exploiter des ressources documentaires pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - réaliser un schéma simple d'un chromosome ; - analyser les résultats d'un caryotype humain. |
| <p>La réplication de l'ADN est semi-conservative chez les procaryotes comme chez les eucaryotes.</p> | <p>Exploiter des ressources documentaires pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - mettre en relation la structure double brin de la molécule d'ADN avec la réplication ; - analyser une expérience montrant le caractère semi-conservatif de la réplication. |
| <p>La mitose conduit à la formation de deux cellules-filles génétiquement identiques à la cellule-mère.</p> <p>Les quatre phases de la mitose sont identifiées par des événements structuraux caractéristiques.</p> <p>Les chromosomes comportent deux chromatides identiques qui se séparent au cours de la mitose ; l'information génétique de la cellule-mère est fidèlement transmise aux cellules-filles.</p> | <p>Exploiter des ressources documentaires et réaliser une préparation microscopique pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - identifier les quatre phases de la mitose ; - repérer les caractéristiques structurales essentielles des quatre phases de la mitose. |

4.5 La reproduction sexuée permet la rencontre de deux informations génétiques

| Connaissances | Capacités |
|---|--|
| <p>Les caractères phénotypiques parentaux sont transmis d'une génération à l'autre de façon variable.</p> <p>La méiose et la fécondation expliquent les lois statistiques de transmission des caractères.</p> <p>La méiose est constituée de deux divisions successives : la première réductionnelle et la seconde équationnelle.</p> <p>Au cours de la première division, les chromosomes homologues, réunis en tétrades, entrent en contact et peuvent alors échanger par enjambements ou crossing-over des segments homologues d'ADN.</p> <p>Au cours de la deuxième division, les chromatides recombinés se répartissent de façon aléatoire dans les gamètes ; ceci conduit à une ségrégation des allèles.</p> <p>La méiose conduit dans les gonades à l'élaboration des gamètes : ovules dans les ovaires et spermatozoïdes dans les testicules.</p> <p>La fécondation est la fusion de deux gamètes, ce qui participe au brassage génétique.</p> | <p>Exploiter des ressources documentaires, des modélisations pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - distinguer les cellules diploïdes et haploïdes ; - expliquer les brassages intra et inter chromosomiques à partir des comportements des chromosomes lors de la méiose ; - schématiser les étapes de la méiose pour une cellule initiale à au moins 3 paires de chromosomes homologues ; - légènder sur un schéma les différents organes des appareils reproducteurs masculin et féminin ; - schématiser et localiser le déroulement de la fécondation. |
| <p>L'étiologie montre que certaines pathologies ont une origine génétique, c'est-à-dire allélique ou chromosomique.</p> | <p>Exploiter des ressources documentaires pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - caractériser une anomalie chromosomique de nombre ou de morphologie ; - établir une relation entre une maladie génétique, une forme allélique anormale et son expression. |
| <p>La procréation peut être assistée à différents stades de la reproduction sexuée.</p> <p>Réglementée, l'assistance à la procréation fait aussi l'objet de réflexions d'ordre éthique pouvant conduire à la limitation de son usage.</p> | <p>Exploiter des ressources documentaires pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - repérer les différents stades de la reproduction sexuée pouvant être médicalement assistés ; - argumenter sur la dimension éthique des techniques mises en œuvre et de l'assistance à la procréation. |

4.6 L'ADN est un objet des biotechnologies

| Connaissances | Capacités |
|---|--|
| <p>L'analyse de l'ADN permet d'identifier un individu et d'établir sa filiation.</p> | <p>Exploiter des ressources documentaires pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - déterminer le pourcentage de similitude entre deux individus ; - comparer des empreintes génétiques. |
| <p>Le patrimoine génétique d'un organisme peut être modifié afin de conférer à cet organisme de nouvelles potentialités.</p> | <p>Exploiter des ressources documentaires pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - identifier des domaines de production faisant intervenir des organismes génétiquement modifiés ; - identifier la potentialité recherchée par une modification génétique et les éventuels risques associés. |
| <p>Des recherches en thérapie génique explorent des pistes pour soigner les maladies génétiques.</p> | <p>Exploiter des ressources documentaires pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - expliquer la stratégie mise en œuvre dans une thérapie génique ; - distinguer, pour une thérapie génique donnée, ce qui est en cours de réalisation de ce qui est prospectif. |

Thème 5 - Des systèmes vivants existent à grande échelle : écosystèmes et biosphère

Systèmes vivants de grande échelle, la biosphère et ses écosystèmes participent aux échanges de matière et d'énergie entre différentes enveloppes terrestres ; la biosphère contribue ainsi au recyclage de la matière et des éléments qui la constituent.

Les organismes vivants, quant à eux, peuvent être utilisés comme agents de dépollution ou d'élaboration d'espèces chimiques ; des procédés sont actuellement exploités à l'échelle industrielle et d'autres sont encore étudiées à l'état de prototype. Tous s'attachent à résoudre des problèmes sociétaux et environnementaux.

5.1 Les organismes vivants sont divers mais apparentés

| Connaissances | Capacités |
|--|--|
| La biodiversité est le témoin d'une évolution toujours en cours. Les organismes vivants peuvent être positionnés sur un arbre phylogénétique . | Exploiter des ressources documentaires pour : - relier biodiversité et génomes ; - construire ou analyser des arbres phylogénétiques simples ; - relier ces arbres aux séquences d'ADN. |

5.2 Le sol et l'agrosystème sont deux écosystèmes de surface

| Connaissances | Capacités |
|---|--|
| Le sol est le produit des interactions entre biosphère, lithosphère et atmosphère. Le sol est un écosystème caractérisé par une faune et une flore singulières permettant un recyclage de la matière. | Exploiter des ressources documentaires, une activité expérimentale, une étude de terrain , pour : - identifier les constituants minéraux et organiques d'un sol ; - établir une relation entre les constituants d'un sol et l'origine de la formation de ce sol ; - mettre en évidence l'existence d'organismes et de microorganismes dans le sol et identifier leur importance dans la décomposition et la minéralisation de la matière organique du sol ; - construire un réseau trophique du sol ; - établir une relation entre ce réseau trophique et le cycle de la matière. |
| Un agrosystème est un écosystème maintenu artificiellement en déséquilibre par l'homme. | Exploiter des ressources documentaires, une étude de terrain pour : - établir le bilan des échanges de matière et d'énergie (entrées et sorties) d'un agrosystème ; - relier ce bilan à l'importance de l'activité humaine. |

5.3 La biosphère est une interface entre différentes enveloppes terrestres

| Connaissances | Capacités |
|---|--|
| En échangeant matière et énergie avec l'atmosphère, l'hydrosphère et la lithosphère, la biosphère participe aux cycles de divers éléments. | Exploiter des ressources documentaires pour : - relier la complémentarité des métabolismes (auto, hétérotrophie) et la cellulolyse au recyclage de l'élément carbone ; - relier la production de nitrites, de la fixation biologique du diazote au recyclage de l'élément azote ; - construire des cycles simples du carbone et de l'azote à l'échelle de la biosphère. |

5.4 Les organismes vivants sont utilisés par l'Homme comme agents de dépollution et de production

| Connaissances | Capacités |
|--|---|
| <p>L'Homme exploite les voies métaboliques particulières d'organismes vivants dans certains procédés industriels, comme par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> - épuration des eaux usées ; - production de carburants ou d'autres molécules de synthèse ; - esters issus d'huiles végétales (Diester ou EMHV) ; - alcools issus de la fermentation de l'amidon ou autres glucides ; - lipides issus des algues ; - gazéification des déchets. | <p>Exploiter des ressources documentaires, une activité expérimentale, une étude de terrain pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - dans les procédés épuration des eaux usées : <ul style="list-style-type: none"> . identifier les étapes mettant en œuvre des organismes vivants et préciser leur rôle ; - dans la production de carburants : <ul style="list-style-type: none"> . identifier les procédés mettant en œuvre des organismes vivants pour élaborer différents carburants ou molécules de synthèse, . analyser les critères de choix de production de carburants ou d'autres molécules, en termes environnemental et sociétal, . appréhender les aspects éthiques soulevés par l'utilisation de la biomasse pour produire les carburants. |

Enseignement de biotechnologies de la série sciences et technologies de laboratoire - classe terminale

NOR : MENE1121693A

arrêté du 2-8-2011 - J.O. du 26-8-2011

MEN - DGESCO A3-1

Vu code de l'éducation ; arrêté du 27-5-2010 ; avis du Comité interprofessionnel consultatif du 1-7-2011 ; avis du CSE du 7-7-2011

Article 1 - Le programme de l'enseignement de biotechnologies en classe terminale de la série sciences et technologies de laboratoire (STL) est fixé conformément à l'annexe du présent arrêté.

Article 2 - Les dispositions du présent arrêté entrent en application à la rentrée de l'année scolaire 2012-2013.

Article 3 - Le directeur général de l'enseignement scolaire est chargé de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait le 2 août 2011

Pour le ministre de l'éducation nationale, de la jeunesse et de la vie associative
et par délégation,
Le directeur général de l'enseignement scolaire,
Jean-Michel Blanquer

Annexe

 Programme

Annexe**Programme d'enseignement de biotechnologies
Classe terminale de la série technologique STL****Démarche technologique et conduite accompagnée d'un projet expérimental en laboratoire de biotechnologies**

L'enseignement des biotechnologies en classe terminale s'inscrit dans la continuité pédagogique de la classe de première. Les concepts et les techniques étudiés en classe de première seront consolidés et complétés par de nouvelles compétences technologiques notamment dans les domaines de l'immunologie, l'enzymologie et la biologie moléculaire.

Les compétences acquises lors de la mise en œuvre de techniques de biotechnologies cellulaires (croissance, dénombrement, identification bactérienne, etc.) et moléculaires (séparation, identification, dosages des biomolécules, etc.) abordées en classe de première seront systématiquement réinvesties et approfondies en classe terminale dans le cadre de projets.

Démarche de projet technologique et projet accompagné de l'élève

En classe terminale, le projet technologique s'affirme comme l'outil pédagogique privilégié. Concevoir et réaliser une méthode, évaluer des résultats constituent les étapes essentielles de toute démarche biotechnologique moderne dans le cadre de la production d'un bien ou d'un service à l'aide d'un procédé. Ce processus actif permet de mettre les élèves dans une situation de résolution de problèmes facilitant l'acquisition de l'autonomie et l'esprit d'initiative. En laboratoire, le rapport professeur-élève permettant de passer d'une organisation « face à face » à une organisation « côte à côte » favorise ainsi la construction de compétences transversales fondamentales pour prendre une place d'adulte dans la société. Chaque activité technologique sera contextualisée par le professeur et fera l'objet d'une démarche de projet. La contextualisation des projets technologiques n'est pas une fin en soi ; les activités doivent également permettre l'acquisition des connaissances qui constituent l'objectif de formation et le support théorique de terminale. Les projets permettront de répondre à une problématique technologique dans l'un des domaines de biotechnologies (cf. « thématiques de projet de première » élargies aux nouveaux contenus technologiques de terminale). Tout en étant à l'origine de l'acquisition de compétences technologiques nouvelles, ils feront appel, de façon intégrée, aux connaissances et aux compétences acquises dans les enseignements technologiques transversaux. En cours d'année, l'élève, ayant acquis de l'autonomie et de l'esprit d'initiative, sera à même de construire un projet personnel en étant accompagné par le professeur. Cette démarche de « **projet technologique accompagné** » sera enrichie par un travail collectif entre élèves.

Organisation annuelle du projet technologique accompagné

La définition du projet et de sa problématique se fera en concertation avec l'équipe pédagogique. Afin de renforcer le travail d'équipe et l'autonomie des élèves, des groupes de 3 à 4 élèves seront constitués afin de mener un projet s'inscrivant dans les thématiques proposées (cf. « thématiques de projet de première » élargies aux nouveaux contenus technologiques de terminale). Les listes des projets et des groupes seront arrêtées au milieu du premier trimestre.

- 1 séance sera consacrée à la recherche documentaire, l'inventaire des matériels et des réactifs nécessaires. Ce travail pourra être complété par un travail en autonomie des élèves hors temps de classe.
- 4 à 5 séances, au rythme d'une séance par groupe, seront consacrées à la réalisation pratique par les élèves des expérimentations choisies. Lors de ces séances de mise en œuvre, tous les groupes travaillent sur le projet d'un seul groupe. Les porteurs de projets seront amenés à organiser le déroulement de la séance avec le professeur. Les autres élèves seront sollicités pour tester, par exemple, les différents paramètres d'un protocole.
- 1 à 2 séances seront consacrées à l'analyse et la synthèse des résultats et la présentation orale devant le groupe.

Objectifs de formation visés par le projet technologique accompagné

Les objectifs de formation visés par le projet technologique accompagné sont les suivants :

- rigueur de la démarche scientifique expérimentale ;
- degré de technicité permettant d'obtenir des résultats exploitables ;
- qualité des résultats obtenus ;
- traitement pertinent des données brutes et présentation synthétique ;
- analyse critique des résultats ;
- degré d'autonomie dans la démarche ;
- développement durable et gestion des déchets ;
- mise en œuvre de la démarche de prévention ;
- créativité et esprit d'initiative ;
- présentation des résultats et des conclusions à l'aide des technologies de l'information et de la communication.

Biotechnologies : éthique, impact économique et démarche technologique

Biotechnologies et société

| Objectifs de formation et supports théoriques | Compétences transversales et technologiques |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Impact économique, valeur ajoutée d'un produit. - Regard critique sur la médiatisation des biotechnologies. - Éthique (en lien avec l'enseignement de philosophie). <p>L'objectif est de développer chez les élèves un sens critique et de dépasser la réflexion purement scientifique et technologique.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Se questionner sur les conséquences des applications et des procédés des biotechnologies, en lien avec l'actualité. - Développer sa responsabilité de citoyen face aux questions de la bioéthique. - Conduire une recherche documentaire. - Travailler en équipe. <p>À partir d'articles scientifiques ou non, choisis dans l'actualité, les élèves seront sensibilisés à l'impact des biotechnologies à l'aide d'un questionnement judicieux.</p> |

Démarche spécifique aux activités de biotechnologies

| Objectifs de formation et supports théoriques | Compétences transversales et technologiques |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Principes scientifiques des méthodes utilisées. - Principes technologiques des techniques utilisées. - Prévention des risques. - Gestion des déchets. - Obtention du résultat : <ul style="list-style-type: none"> . mesurage objectif et observation subjective, . notion de référence absolue ou relative. <p>L'objectif est de construire une démarche technologique commune à chaque projet pédagogique de l'enseignant, transférable par l'élève pour son projet technologique.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Justifier les étapes essentielles d'un protocole et faire le lien avec le principe. - Identifier les paramètres-clés (points critiques) d'une méthode influençant les résultats. - Mettre en œuvre un protocole en modifiant l'un des paramètres. - Identifier les étapes critiques d'une méthode pour prévenir les risques. - Respecter un protocole, une méthode normalisée. - Identifier le caractère objectif (mesurage) ou subjectif (observation) d'un critère de détermination d'un résultat. <p>Le caractère objectif ou subjectif d'un résultat expérimental pourrait être présenté, par exemple, par comparaison entre un résultat obtenu au spectrophotomètre et par comparaison visuelle.</p> |

Exploitation des résultats et qualité

| Objectifs de formation et supports théoriques | Compétences transversales et technologiques |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Fidélité, justesse d'une méthode. - Exactitude d'une mesure. - Étalonnage. - Incertitude sur la mesure. - Qualité d'une manipulation. - Logigramme de décision. <p>Les concepts de qualité développés dans l'enseignement de « Mesures et instrumentation » en classe de première seront réinvestis pour la mise en œuvre des manipulations et l'exploitation des résultats.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Évaluer une méthode : <ul style="list-style-type: none"> . prendre en compte la dispersion des résultats (fidélité sous condition de répétabilité ou de reproductibilité), . déterminer le biais pour apprécier la justesse d'une méthode. - Étalonner un appareil de mesure (pH mètre, etc.). - Étalonner une méthode dans des conditions opératoires données (obtenir une courbe d'étalonnage, utilisation de marqueurs de masse moléculaires). - Rendre un résultat : <ul style="list-style-type: none"> . utiliser un contrôle (étalon de travail) pour valider la qualité d'une manipulation, . déterminer l'erreur de mesure pour quantifier l'exactitude d'un résultat, . exprimer un résultat avec une incertitude associée à un niveau de confiance, . comparer un résultat à un critère, . critiquer un résultat. <p>Ces compétences seront mises en œuvre lors de chaque activité technologique afin de permettre aux élèves d'acquérir de l'autonomie dans la maîtrise des concepts de qualité des résultats.</p> |

Analyse microbiologique d'un produit polymicrobien

La démarche de l'analyse microbiologique : recherche et/ou dénombrement

| Objectifs de formation et supports théoriques | Compétences transversales et technologiques |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Méthode qualitative et méthode quantitative : mise en évidence d'au moins un microorganisme ou estimation de la concentration cellulaire. - Pour l'analyse d'un produit pathologique en biologie médicale : <ul style="list-style-type: none"> . flore commensale, . flore pathogène stricte, . flore pathogène opportuniste, . notion d'équilibre de la flore. - Pour le contrôle de la qualité microbiologique d'un produit en bio-industries : <ul style="list-style-type: none"> . normes et critères microbiologiques (critères de sécurité et critères d'hygiène de procédés), . diagrammes de décision : plans à 2 classes et plans à 3 classes. <p>Les compétences développées en classe de première seront réinvesties dans l'analyse microbiologique d'un produit polymicrobien. Les notions seront illustrées par un ou plusieurs exemples choisis parmi les domaines de la santé, de l'environnement et des bioindustries.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Comparer deux protocoles d'analyse d'un produit biologique. - Mettre en relation l'objectif recherché et la démarche de dénombrement ou de recherche en fonction du contexte. <p>L'objectif est de comprendre la démarche choisie, dénombrement ou recherche, et de permettre à l'élève de différencier les deux méthodologies.</p> |

Les étapes de la recherche d'une flore particulière dans un produit polymicrobien

| Objectifs de formation et supports théoriques | Compétences transversales et technologiques |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Revivification. - Enrichissement sélectif ou non. - Isolement sélectif ou non. - Discrimination des colonies suspectes. - Identification. - Groupage ou sérotypage. <p>La mise en œuvre de la démarche prendra appui sur des exemples contextualisés qui seront choisis parmi les thématiques de projet. La dernière étape proposée sera étudiée en lien avec la partie « analyse immunologique des échantillons biologiques ».</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Isoler des microorganismes : <ul style="list-style-type: none"> . isoler les microorganismes recherchés dans un produit polymicrobien, . choisir des milieux sélectifs pertinents pour la recherche d'une catégorie de microorganisme. - Identifier des microorganismes : <ul style="list-style-type: none"> . choisir les tests discriminants pour identifier un microorganisme, . mettre en œuvre une identification de bactérie ou de levure par une galerie miniaturisée, . utiliser un logiciel d'identification et/ou une base de données taxonomique, . analyser un résultat de sérotypage sur un microorganisme. <p>En classe terminale, les compétences sur la culture et l'identification des bactéries seront renforcées et pourront être appliquées à l'étude des levures.</p> |

Les méthodes de dénombrement d'une flore d'un produit polymicrobien

| Objectifs de formation et supports théoriques | Compétences transversales et technologiques |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Filtration sur membrane. - Dénombrement en milieu liquide. - Dénombrement en masse ou en surface. - Dénombrement par observation directe. <p>Pour approfondir les méthodes de dénombrement vues en classe de première, l'étude visera les caractéristiques essentielles des différentes méthodes de dénombrement et les paramètres qui les différencient.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Choisir une méthode de dénombrement adaptée. - Exploiter les résultats de dénombrement d'une unité d'échantillonnage en la comparant à un critère microbiologique. - Exploiter une méthode normalisée de dénombrement d'une catégorie de microorganismes. - Mettre en œuvre au moins deux méthodes de dénombrement. - Comparer deux méthodes de dénombrement. <p>En classe terminale, les compétences sur le dénombrement des bactéries seront renforcées et pourront être appliquées à l'étude de levures.</p> |

Croissance microbienne

Modélisation de la croissance en milieu non renouvelé

| Objectifs de formation et supports théoriques | Compétences transversales et technologiques |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Courbe de croissance. - Phases de la croissance. - Paramètres cinétiques de la croissance. - Effecteurs de la croissance : <ul style="list-style-type: none"> . concentration en substrat, . température, . oxygénation, . pH. - Notion de croissance optimale. - Applications industrielles de la croissance en bioréacteurs. <p>La modélisation de la cinétique de croissance en milieu non renouvelé fera appel aux acquis de mathématiques sur les fonctions logarithmiques et exponentielles après intégration de l'équation différentielle de l'accroissement de la population bactérienne.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Mettre en œuvre un suivi de croissance d'une bactérie ou d'une levure. - Exploiter une courbe de croissance. - Déterminer les paramètres cinétiques. - Identifier/étudier les paramètres d'influence ou effecteurs. <p>La mise en œuvre d'une croissance bactérienne constituera un support de modélisation mathématique d'un phénomène biologique et de l'influence des conditions expérimentales sur les résultats, en particulier les paramètres physico-chimiques ou nutritionnels.</p> |

Les agents antimicrobiens inhibiteurs de la croissance

| Objectifs de formation et supports théoriques | Compétences transversales et technologiques |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Notion d'antiseptie, de désinfection et de stérilisation. - Techniques de réduction de la charge microbienne : <ul style="list-style-type: none"> . action de la chaleur (thermisation, pasteurisation, tyndallisation, autoclavage, chaleur sèche, etc.), . filtration, . rayonnements, . produits chimiques. - Étude de l'effet des procédés de destruction ou des molécules antimicrobiennes : <ul style="list-style-type: none"> . notion d'indicateur biologique de pasteurisation, de stérilisation, etc. . modélisation mathématique de la destruction et ses limites : notion de barème durée-température, . effet microbicide ou microbiostatique CMI (d'une molécule antibiotique ou désinfectante), . principe de l'antibiogramme et standardisation de la méthode, . notion de spectre d'action. - Antibiotiques et antibiothérapie : <ul style="list-style-type: none"> . relation entre concentration critique et sensibilité, . notions sur le mode d'action des antibiotiques. <p>Les notions de concentrations critiques seront présentées simplement afin de définir sensibilité et résistance au sens thérapeutique.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Réaliser un test microscopique de viabilité cellulaire. - Étudier l'effet de la température et de la durée d'exposition sur la destruction bactérienne. - Réaliser une technique de réduction de charge microbienne et déterminer une réduction décimale de population bactérienne. - Mettre en évidence l'effet d'un antimicrobien, conservateur, antiseptique ou désinfectant. - Déterminer la CMI d'un antimicrobien vis-à-vis d'une bactérie ou d'une levure. - Réaliser un antibiogramme. - Exploiter les résultats d'un antibiogramme. <p>L'importance du respect des conditions standardisées dans la réalisation de l'antibiogramme pourra faire l'objet d'un projet technologique accompagné.</p> |

Les bactériophages, virus lytiques ou lysogènes des bactéries

| Objectifs de formation et supports théoriques | Compétences transversales et technologiques |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Cycle phagique : <ul style="list-style-type: none"> . phage virulent et phage tempéré, . principales étapes du cycle lytique et du cycle lysogène, . transduction phagique généralisée ou restreinte. - Applications au laboratoire : <ul style="list-style-type: none"> . contaminant d'une production au cours d'une fermentation, . lysotypie et identification bactérienne, . phage indice de contamination fécale en contrôle microbiologique d'une eau, . phage comme outil de génie génétique. <p>Cette partie sera étudiée en lien avec le cours de CBSV. Il s'agit de montrer comment des phages, naturellement contaminants, peuvent être utilisés au laboratoire en s'appuyant sur le caractère lytique ou lysogène.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Réaliser un dénombrement de phages par plages de lyse sur une souche sensible par la méthode en double couche ou la méthode des spots. - Analyser une courbe de croissance ou de fermentation en présence d'un bactériophage lytique. - Analyser une méthode de microbiologie appliquée en mettant en évidence le rôle particulier des bactériophages. <p>L'analyse pourra se traduire par une synthèse ou un schéma synthétique faisant apparaître les particularités technologiques dues à l'utilisation des bactériophages. Le rôle des phages intervenant dans un vecteur de gène d'intérêt sera étudié en lien avec la partie biologie moléculaire et génie génétique.</p> |

Microorganismes eucaryotes

Culture de cellules eucaryotes

| Objectifs de formation et supports théoriques | Compétences transversales et technologiques |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Type trophique et conditions de culture : <ul style="list-style-type: none"> . métabolisme photosynthétique et autotrophie de cellules végétales et des microalgues, . métabolisme organotrophe et hétérotrophie des cellules animales. - Composition d'un milieu de culture cellulaire eucaryote. - Conditions de culture de cellules eucaryotes animales ou végétales. <p>Cette partie sera étudiée en lien avec le cours de CBSV. On s'attachera à mettre en évidence les caractères culturels des cellules eucaryotes par comparaison avec ceux exigés par la culture des bactéries. Le rôle particulier de la lumière dans le cas des organismes photosynthétiques sera étudié.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Étudier l'influence des paramètres de la culture cellulaire, éventuellement à partir de documents technologiques. - Mettre en évidence l'influence de la lumière sur la culture de cellules photosynthétiques. <p>Cette partie peut faire l'objet d'un projet conduit par les élèves, par exemple sur la mise au point d'une culture de microalgues en réinvestissant les connaissances et compétences acquises dans la culture de microorganismes.</p> |

Les champignons microscopiques

| Objectifs de formation et supports théoriques | Compétences transversales et technologiques |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Moisissures : <ul style="list-style-type: none"> . thalle, appareils reproducteurs, hyphes, comme outils d'identification, . existence d'une reproduction sexuée et d'une reproduction asexuée. <p>Il s'agit de faire comprendre aux élèves les principaux critères de la classification des moisissures.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Observer et décrire les caractéristiques morphologiques macroscopiques et microscopiques des moisissures : caractéristiques communes, caractéristiques spécifiques. - Utiliser les caractéristiques spécifiques pour la classification : appareil reproducteur, cloisonnement du mycélium. <p>On étudiera au moins deux moisissures pour faire acquérir la démarche d'utilisation des caractères morphologiques pour l'identification du genre.</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> - Levures : <ul style="list-style-type: none"> . existence d'une reproduction sexuée et asexuée par bourgeonnement, . les capacités métaboliques comme critères d'identification, . rôle des levures en fermentation industrielle et au laboratoire de génie génétique. <p>Les principaux éléments de classification seront étudiés à partir de documents. À l'aide d'exemples de stratégies mises en œuvre en laboratoire de recherche, le rôle particulier de la levure comme outil de génie génétique sera envisagé en lien avec la partie « initiation à la biologie moléculaire et au génie génétique ».</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Observer et décrire les caractéristiques morphologiques des levures. - Réaliser un auxanogramme pour identifier une levure. - Conduire une démarche d'identification à partir de résultats obtenus pour les principaux caractères d'identification discriminants. <p>Cette partie peut faire l'objet d'un projet conduit par les élèves en réinvestissant les connaissances et compétences acquises dans l'étude du métabolisme des bactéries.</p> |

Préparation et analyse biochimique des produits biologiques

Méthodes de fractionnement

| Objectifs de formation et supports théoriques | Compétences transversales et technologiques |
|--|---|
| <p>- Intérêt du fractionnement pour l'étude d'un produit biologique.</p> <p>- Principe du suivi d'une purification d'une molécule au sein d'un produit complexe.</p> <p>- Méthodes de fractionnement, préparatives ou analytiques, en lien avec les propriétés des biomolécules :</p> <ul style="list-style-type: none"> . centrifugation, . électrophorèse, . chromatographie par adsorption, partage, exclusion-diffusion, échange d'ions, affinité, . solubilité différentielle, . dialyse, . distillation. <p>- Technologies du fractionnement et de la détection associée, appareillages intégrés.</p> <p>Les techniques de fractionnement ont été abordées en classe de première. En classe terminale, l'analyse sera approfondie et complétée en s'appuyant sur la diversité des principes et des technologies dans le cadre de l'étude d'un produit biologique complexe. La démarche de suivi de purification pourra être conduite en lien avec le suivi de purification d'une enzyme par son activité enzymatique.</p> <p>Cette partie sera traitée en lien avec paragraphe 1.5 « Les molécules des organismes vivants présentent des structures et des propriétés spécifiques » de CBSV.</p> | <p>- Choisir et mettre en œuvre une méthode de fractionnement en fonction des propriétés des biomolécules à séparer.</p> <p>- Associer des techniques unitaires pour extraire ou purifier des biomolécules.</p> <p>Le nombre de techniques approfondies en classe terminale sera limité ; les techniques ne seront pas étudiées pour elles-mêmes, mais dans l'objectif d'en comprendre les principales caractéristiques permettant à terme aux élèves de justifier le choix d'une méthode de fractionnement.</p> |

Méthodes de détection et d'identification

| Objectifs de formation et supports théoriques | Compétences transversales et technologiques |
|--|---|
| <p>- Propriétés structurales :</p> <ul style="list-style-type: none"> . coloration spécifique, . temps de rétention, Rf, volume d'élution. <p>- Propriétés biologiques.</p> <p>À l'aide d'exemples contextualisés, les principes seront illustrés afin de mettre en évidence la spécificité de la caractérisation de la molécule identifiée. Il s'agit en outre de faire acquérir le concept d'analyse qualitative d'un produit complexe.</p> | <p>- Mettre en évidence qualitativement une biomolécule.</p> <p>- Analyser des résultats expérimentaux et identifier la méthode de détection utilisée.</p> <p>- Séparer et identifier deux molécules de structures proches par une méthode simple.</p> <p>- Comparer deux méthodes d'analyse qualitative d'un produit complexe.</p> <p>La réalisation pratique et/ou l'analyse de documents serviront de support à l'analyse comparée de méthodes de mise en évidence pour en identifier les points critiques.</p> |

Méthodes de dosage

| Objectifs de formation et supports théoriques | Compétences transversales et technologiques |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Mesure d'absorbances par spectrophotométrie. - Courbe d'étalonnage. - Volumétrie directe, indirecte. - Analyse quantitative d'un chromatogramme par mesure d'aire. - Analyse quantitative d'un électrophorégramme par comparaison visuelle ou au densitomètre. - Détermination mathématique d'un volume équivalent par mesure au pH mètre. <p>L'analyse de résultats d'électrophorèse s'appuiera sur les résultats obtenus dans le cadre des méthodes de biologie moléculaire. La quantification pourra nécessiter d'utiliser des fonctions développées dans le cours de mathématiques. Il s'agit en outre d'acquérir le concept d'analyse quantitative d'un produit complexe.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Choisir et mettre en œuvre une méthode de dosage en fonction des propriétés des biomolécules. - Concevoir et réaliser une gamme d'étalonnage. - Étalonner un appareil de mesure à l'aide d'un échantillon d'étalonnage unique ou d'une gamme d'échantillons d'étalonnage. - Évaluer quantitativement des résultats d'électrophorèse ou de chromatographie. - Rendre un résultat définitif en prenant en compte la préparation éventuelle d'un échantillon. - Comparer les résultats à une donnée de référence. <p>Le nombre de techniques approfondies en classe terminale sera limité ; les techniques ne seront pas étudiées pour elles-mêmes, mais dans l'objectif d'en comprendre les principales caractéristiques permettant à terme aux élèves d'en saisir l'intérêt et de choisir une méthode de dosage plutôt qu'une autre.</p> |

Analyse immunologique des échantillons biologiques

| Objectifs de formation et supports théoriques | Compétences transversales et technologiques |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Spécificité de la réaction antigène-anticorps. - Paramètres d'influence de la réaction antigène-anticorps (pH, concentration relative, nature du support, etc.). - Validation des techniques. - Principes des techniques immunologiques : <ul style="list-style-type: none"> . approche qualitative (détection ou dépistage), . approche quantitative (dosage ou titrage). | <ul style="list-style-type: none"> - Caractériser la spécificité de la réaction. - Réaliser une réaction antigène-anticorps en tenant compte des paramètres d'influence. - Réaliser une réaction antigène-anticorps pour mettre en évidence un antigène ou un anticorps. - Réaliser une méthode immunologique de quantification ; mettre en œuvre une gamme de dilution géométrique. - Choisir les témoins pour valider la technique : témoin de spécificité, témoin d'efficacité. - Contrôler la technique. <p>Deux techniques de principes différents seront réalisées au minimum.</p> |

Les enzymes, catalyseurs biologiques et outil de transformation spécifique des molécules

Les enzymes, protéines catalytiques à site actif

| Objectifs de formation et supports théoriques | Compétences transversales et technologiques |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Propriétés structurales des enzymes : <ul style="list-style-type: none"> . protéines globulaires, monomériques ou oligomériques, . notions de cofacteurs enzymatiques : ions métalliques et coenzymes (cosubstrats et groupements prosthétiques), . formes multiples d'une enzyme et isoenzymes, . notion de complexe multienzymatique. - Propriétés catalytiques des enzymes : <ul style="list-style-type: none"> . notion de site actif : site de fixation du substrat, site catalytique, . spécificités de substrat et de réaction, . classification et nomenclature des enzymes : notion de classes d'enzymes. <p>La notion de catalyse a été abordée dans le thème 2 du programme de chimie-biochimie-sciences du vivant de la classe de première. À l'aide de plusieurs exemples, on s'attachera à dégager les concepts de site actif et de spécificité de substrat, ainsi que ceux d'affinité et de spécificité de réaction.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Exploiter des ressources documentaires et des activités expérimentales pour présenter les propriétés structurales des enzymes. - Exploiter des ressources documentaires et des activités expérimentales pour présenter les propriétés catalytiques des enzymes : <ul style="list-style-type: none"> . comparer les spécificités de substrat et de réaction sur plusieurs exemples. - Identifier dans une molécule la partie spécifique reconnue par l'enzyme. - Identifier la classe d'enzyme en étudiant la réaction catalysée. |

Étude cinétique des enzymes michaeliennes

| Objectifs de formation et supports théoriques | Compétences transversales et technologiques |
|--|--|
| <p>- Cinétique d'une réaction enzymatique à un substrat :</p> <ul style="list-style-type: none"> . allures des courbes : produit formé = f(temps) et substrat transformé = f(temps), . notion de vitesse initiale, . méthodologies de mesure d'une vitesse de réaction. <p>Il s'agit de montrer que l'efficacité d'une enzyme se traduit par une vitesse de transformation. Cette vitesse doit être déterminée dans des conditions expérimentales choisies : conditions initiales où la vitesse est constante.</p> | <p>- Déterminer la vitesse initiale d'une réaction enzymatique en suivant le produit formé ou le substrat consommé :</p> <ul style="list-style-type: none"> . méthode cinétique « deux points », . méthode cinétique en continu. <p>- Analyser les courbes :</p> <ul style="list-style-type: none"> . produit formé = f(temps), . substrat transformé = f(temps). |
| <p>- Influence de la concentration en substrat sur la vitesse initiale :</p> <ul style="list-style-type: none"> . représentation graphique et interprétation de la courbe de Michaelis-Menten, . signification des paramètres cinétiques : constante de Michaelis (K_M), vitesse initiale maximale ($v_{(c, s) i \max}$). <p>Dans cette partie, on s'attachera à montrer comment les paramètres cinétiques permettent de caractériser les performances d'une enzyme pour une réaction donnée.</p> | <p>- Déterminer les paramètres cinétiques, constante de Michaelis et vitesse initiale maximale, d'une réaction enzymatique à l'aide des courbes de Michaelis-Menten et de la méthode de linéarisation en double inverse.</p> <p>- Comparer les performances de deux méthodes de détermination des paramètres cinétiques.</p> <p>- Comparer, à partir des valeurs des paramètres cinétiques, les performances :</p> <ul style="list-style-type: none"> . d'une catalyse enzymatique en fonction de conditions opératoires choisies (pH, température, nature du substrat, présence d'un inhibiteur), . de deux enzymes capables de catalyser une même réaction. <p>La notion d'affinité de l'enzyme pour son substrat pourra être amenée par la comparaison de valeurs de K_m.</p> |
| <p>- Inhibition de la catalyse enzymatique :</p> <ul style="list-style-type: none"> . représentations graphiques et influence sur les paramètres cinétiques, . inhibition compétitive, . inhibition non compétitive, . notion d'analogue structural d'un substrat. <p>Il s'agit ici de montrer comment l'utilisation des paramètres cinétiques permet d'identifier le type d'inhibition.</p> | <p>- Représenter en parallèle une courbe en présence et en absence d'inhibiteur.</p> <p>- Identifier le type d'inhibition à partir des résultats graphiques et/ou des paramètres cinétiques.</p> |
| <p>- Activité catalytique d'une enzyme :</p> <ul style="list-style-type: none"> . activité catalytique ($z_{(s)}$) : définitions de l'unité internationale (U) et de l'unité du système international le katal (kat), . concentration d'activité catalytique ($b_{(s)}$), . activité catalytique spécifique, . activité catalytique molaire, . influence de la concentration en enzyme sur la vitesse initiale. <p>On veillera à indiquer l'intérêt d'exprimer les différentes formes d'activités catalytiques. La détermination de l'activité spécifique permet de comparer deux préparations enzymatiques.</p> | <p>- Déterminer expérimentalement une concentration d'activité enzymatique dans des conditions expérimentales données.</p> <p>- Doser les protéines totales dans une préparation enzymatique.</p> <p>- Exprimer les différentes activités avec leurs unités.</p> |

Les enzymes, protéines sensibles aux effecteurs

| Objectifs de formation et supports théoriques | Compétences transversales et technologiques |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Influence de la température sur la catalyse enzymatique : <ul style="list-style-type: none"> . courbe représentant l'activité catalytique en fonction de la température, . augmentation réversible de la vitesse avec la température, . notion de température critique, . notions d'inactivation et de dénaturation (irréversible), . standardisation de la température (thermostatisation). - Influence du pH sur la catalyse enzymatique : <ul style="list-style-type: none"> . courbes représentant l'activité catalytique en fonction du pH, . notion de pH optimum, . exemples d'enzymes fonctionnant à différents pH : amylase salivaire, pepsine gastrique, chymotrypsine pancréatique, etc. . standardisation du pH (système tampon). <p>L'objectif est de mettre en évidence la nécessité de travailler à pH constant et température constante pour mesurer une activité enzymatique.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Déterminer une activité enzymatique dans différentes conditions de température. - Réaliser une courbe de dénaturation thermique. - Déterminer un pH optimum d'activité catalytique. <p>On s'attachera à montrer que la température module l'activité enzymatique dans une gamme de températures données mais l'inactive à partir d'un seuil. On mettra en évidence la différence d'allure des deux courbes et en particulier le caractère dissymétrique de la courbe $V_i = f(\text{température})$.</p> |

Enzymologie appliquée

| Objectifs de formation et supports théoriques | Compétences transversales et technologiques |
|--|--|
| <p>Dosage de substrats par méthode en point final :</p> <ul style="list-style-type: none"> . notions de réaction principale (indicatrice ou non) et de réaction auxiliaire, . notion de chromogène ou coenzyme d'oxydo-réduction (NADH, H⁺ ou NADPH, H⁺) absorbant dans l'UV, . spectres d'absorption de chromophores : de NADH ou NADPH, ou autre molécule (quinonéine, etc.), . notion de réaction totalement déplacée, . notion de substrat limitant. <p>L'objectif de cette partie est de mettre en évidence que l'enzyme est un outil spécifique pour doser un substrat dans des conditions où le substrat à doser est limitant et où il doit être totalement consommé.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Identifier les réactions principale, auxiliaire et indicatrice dans un protocole de dosage de substrat. - Analyser les conditions expérimentales d'un coffret de dosage de substrat permettant un dosage en point final. - Déterminer une longueur d'onde de travail à l'aide d'un spectre. - Réaliser expérimentalement le dosage d'une substance d'intérêt avec ou sans étalon. |
| <ul style="list-style-type: none"> - Dosage d'enzyme par mesure d'activité enzymatique : <ul style="list-style-type: none"> . influence de la concentration en enzyme sur l'activité enzymatique, . notion de substrat saturant, . concentration d'enzyme limitante. <p>On s'attachera à mettre en évidence que les conditions expérimentales du dosage d'enzyme nécessitent que l'enzyme à doser soit le facteur limitant. Le substrat doit être saturant si l'on souhaite effectuer la mesure en conditions optimales. Il est cependant possible de comparer deux activités enzymatiques en condition non saturante.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Déterminer une activité enzymatique dans un milieu biologique : <ul style="list-style-type: none"> . méthode cinétique en continu, . méthode cinétique « deux points ». - Analyser les conditions expérimentales d'un dosage d'enzyme dans un coffret de dosage. - Exploiter le résultat d'une concentration d'activité catalytique à l'aide de valeurs de référence dans un but diagnostic ou de contrôle industriel. |
| <ul style="list-style-type: none"> - Purification d'une enzyme : <ul style="list-style-type: none"> . principe de séparation de l'enzyme des autres protéines, . principales étapes, . rapport des activités spécifiques et facteur de purification ou enrichissement, . rapport des activités totales et rendement de purification. <p>Cette partie permettra de montrer que la purification d'une préparation enzymatique entraîne une perte d'enzyme mais aboutit à l'enrichissement de la préparation.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Effectuer une purification d'enzyme et établir le tableau de suivi : <ul style="list-style-type: none"> . exprimer la pureté d'une préparation enzymatique par son activité spécifique, . calculer l'enrichissement pour une étape, . calculer le rendement de la purification pour une étape, . calculer l'enrichissement total, . calculer le rendement total. - Analyser un tableau de purification par étapes successives. - Vérifier la pureté d'une préparation enzymatique. |

Initiation à la biologie moléculaire et au génie génétique

Sensibilisation à l'environnement de travail et aux exigences spécifiques à la pratique de la biologie moléculaire

| Objectifs de formation et supports théoriques | Compétences transversales et technologiques |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Sensibilité des acides nucléiques aux hydrolases. - Aspect ubiquitaire des acides nucléiques et des hydrolases. | <ul style="list-style-type: none"> - Identifier les points critiques d'un pipetage de micro volumes. - S'assurer de la qualité du matériel de prélèvement. - Conditionner, étiqueter et conserver (congélation ou non) les échantillons, les réactifs, etc. - Analyser les risques d'altération du matériel biologique, soit par contamination (ADN exogène), soit par dégradation (nucléases). - Prendre des mesures adéquates de protection du matériel biologique. <p>Pour identifier les points critiques d'un pipetage, on pourra, par exemple, vérifier le fonctionnement mécanique d'une pipette, contrôler visuellement le volume et être amené à consulter la fiche de vie de la micro pipette.</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> - Structures monocaténaire et bicaténaire des acides nucléiques. - Étude des propriétés physicochimiques de l'ADN et de l'ARN : <ul style="list-style-type: none"> . propriétés spectrales, . stabilité thermique et températures de fusion, effet hyperchrome, . solubilité en fonction des conditions de pH et de force ionique et de la nature du solvant, . hydrolyse non spécifique (enzymatique ou chimique) de l'ADN et de l'ARN. <p>Cette partie sera traitée en liaison avec l'enseignement de CBSV et s'appuiera sur les activités pratiques de purification et dosage de l'ADN.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Extraire et purifier l'ADN : <ul style="list-style-type: none"> . analyser un protocole d'extraction et de purification d'ADN, . réaliser une extraction et une purification d'ADN, . contrôler la pureté de la solution d'ADN préparée par la réalisation d'un spectre d'absorption dans l'UV, . doser l'ADN par absorptiométrie à 260 nm. <p>L'ADN à purifier et quantifier pourra être d'origine génomique ou plasmidique. On privilégiera les protocoles permettant de mettre en évidence l'intérêt technologique des différentes étapes (lyse cellulaire, déprotéinisation, élimination de l'ARN et concentration après précipitation). On choisira de préférence les techniques douces sans utilisation de solvants organiques.</p> |

Du gène à la protéine

| Objectifs de formation et supports théoriques | Compétences transversales et technologiques |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Code génétique et traduction de séquence nucléotidique. - Notion d'opéron et de séquence codante, notion de cadre de lecture. - Rôle du promoteur inductible. - Comparaison de la transcription et de la traduction chez les organismes procaryotes et eucaryotes : <ul style="list-style-type: none"> . notions d'intron/exon et ADN, complémentaire, . queue polyA des ARNm eucaryotes. <p>Les propriétés des molécules « informatives » et les notions nécessaires pour comprendre les stratégies fondamentales du génie génétique seront envisagées. On différenciera les propriétés nécessaires et/ou spécifiques aux procaryotes et aux eucaryotes.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Analyser statistiquement des séquences nucléotidiques et peptidiques (GC %, % acides aminés aliphatiques, etc.). - Rechercher et exploiter des informations dans des banques de données (sites de coupure des enzymes de restriction, séquence codante d'un gène, etc.). - Traduire à l'aide d'un logiciel une séquence de nucléotides et déterminer la séquence peptidique probable avec une banque de protéines. <p>Les manipulations technologiques feront appel à l'outil bio-informatique. L'utilisation des logiciels libres de bio-informatique est recommandée pour mettre en œuvre ces différentes analyses sur des exemples simples et connus.</p> |

Outils essentiels de la biologie moléculaire

| Objectifs de formation et supports théoriques | Compétences transversales et technologiques |
|---|--|
| <p>- Enzymes : polymérase, enzymes de restriction.</p> <p>- Polymérisation des acides nucléiques et amplification en chaîne par polymérisation (ACP ou PCR).</p> <p>- Vecteurs d'amplification et d'expression :</p> <ul style="list-style-type: none"> . marqueur de sélection, . origine de réplication, . promoteur, . site de clonage multiple, . gène rapporteur, . gène d'intérêt. <p>Seules les notions nécessaires à la compréhension de la technique d'amplification de l'ADN seront abordées (ADN matrice, amorces, enzymes, nucléotides). Le lien avec le cours sur la réplication étudié en CBSV sera effectué.</p> <p>Le rôle des deux types de vecteurs sera présenté par une comparaison des éléments constitutifs des deux types de vecteurs.</p> | <p>- Réaliser une électrophorèse en gel d'agarose.</p> <p>- Réaliser une digestion enzymatique par une enzyme de restriction :</p> <ul style="list-style-type: none"> . déterminer la taille de fragments de restriction par une digestion virtuelle à l'aide d'un logiciel de bio-informatique adapté, . mettre en œuvre le protocole expérimental, . analyser les résultats après électrophorèse ; <p>- Réaliser une amplification d'un fragment d'ADN</p> <ul style="list-style-type: none"> . identifier le rôle des différentes molécules impliquées, . analyser les conditions opératoires, . mettre en œuvre une APC (PCR) et analyser les résultats. <p>Le choix des enzymes de restriction adaptées à l'objectif recherché pourra être réalisé à l'occasion d'un projet. Les conditions de l'électrophorèse en gel d'agarose pourront être analysées lors du projet.</p> |

Quelques applications de la biologie moléculaire et du génie génétique

| Objectifs de formation et supports théoriques | Compétences transversales et technologiques |
|---|---|
| <p>- Méthodes d'identification moléculaire :</p> <ul style="list-style-type: none"> . spectrométrie de masse, gènes de l'ARN 16S, profils de restriction, séquençage, PCR, etc. <p>- Clonage et OGM.</p> <p>- Séquençage des génomes.</p> <p>- Caractère génétique d'une maladie héréditaire et thérapie génique.</p> <p>- Identification des organismes et individus : médecine légale, contrôle alimentaire et vétérinaire, phylogénie, etc.</p> <p>Il s'agira de sensibiliser les élèves à la diversité des applications de la biologie moléculaire et du génie génétique ainsi qu'à leurs limites actuelles, sans pour autant entrer dans le détail des technologies utilisées.</p> | <p>- Exploiter des documents pour appréhender les limites, l'intérêt et le contexte d'utilisation de différentes méthodes.</p> <p>Les compétences techniques peuvent être acquises de manière indépendante ou intégrées dans une démarche de projet comme la réalisation et l'exploitation d'un marqueur de taille ou encore le clonage d'un insert.</p> |

Enseignement de physique-chimie de la série sciences et technologies de laboratoire, spécialité biotechnologies - classe terminale

NOR : MENE1121696A

arrêté du 2-8-2011 - J.O. du 26-8-2011

MEN - DGESCO A3-1

Vu code de l'éducation ; arrêté du 27-5-2010 relatif ; avis du Comité interprofessionnel consultatif du 1-7-2011 ; avis du CSE du 7-7-2011

Article 1 - Le programme de l'enseignement de physique-chimie en classe terminale de la série sciences et technologies de laboratoire - spécialité biotechnologies est fixé conformément à l'annexe du présent arrêté.

Article 2 - Les dispositions du présent arrêté entrent en application à la rentrée de l'année scolaire 2012-2013.

Article 3 - Le directeur général de l'enseignement scolaire est chargé de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait le 2 août 2011

Pour le ministre de l'éducation nationale, de la jeunesse et de la vie associative
et par délégation,
Le directeur général de l'enseignement scolaire,
Jean-Michel Blanquer

Annexe

Programme d'enseignement de physique-chimie

Classe terminale de la série technologique STL, spécialité biotechnologies

Les objectifs et les démarches de l'enseignement de physique-chimie de la série STL (spécialité biotechnologies) se situent dans le prolongement de l'initiation aux sciences physiques et chimiques entreprise au collège puis en classe de seconde et de première. Au travers de l'apprentissage de la démarche scientifique, cet enseignement vise l'acquisition ou le renforcement chez les élèves de connaissances des lois et des modèles physiques et chimiques fondamentaux, de compétences expérimentales et d'une méthodologie de résolution de problèmes dans les domaines en lien avec les technologies industrielles ou de laboratoire, sans spécialisation excessive. Il doit permettre aux élèves d'accéder à des poursuites d'études supérieures scientifiques et technologiques dans de nombreuses spécialités et d'y réussir, puis de faire face aux évolutions scientifiques et technologiques qu'ils rencontreront dans leurs activités professionnelles. L'accent est donc mis sur l'acquisition d'une culture scientifique, de notions et de compétences pérennes pouvant être réinvesties dans le cadre d'une formation tout au long de la vie.

Depuis des siècles, les sciences ont contribué à apporter des réponses aux problèmes qui se sont posés à l'humanité et l'ont aidée à relever de véritables défis en contribuant largement au progrès technique ; elles permettent de mieux comprendre le monde complexe qui est le nôtre et ses modes de fonctionnement, notamment ceux qui résultent de la technologie omniprésente.

Dans la série technologique STL (spécialité biotechnologies), le programme d'enseignement privilégie une approche

thématique ouverte sur les réalités contemporaines, permettant d'articuler les connaissances et les capacités fondamentales en les contextualisant grâce à des mises en situation ou des applications dans des domaines relevant de la spécialité biotechnologie. Cette démarche permet d'**identifier** des phénomènes et propriétés relevant du champ des sciences physiques et chimiques dans des réalisations technologiques, de **préciser** les problèmes qu'elles ont permis de résoudre, de **mettre en évidence** le rôle qu'elles ont joué dans l'élaboration des objets ou des systèmes simples, complexes ou innovants actuels, de **souligner** la place qu'elles peuvent et doivent tenir pour faire face aux grands défis de société.

Complémentairement, une mise en perspective historique fournit l'occasion de faire ressortir comment les allers-retours entre la technologie et les sciences physiques et chimiques ont permis de formidables inventions, découvertes et innovations scientifiques et technologiques. Celles-ci ont conduit à la réalisation de progrès techniques tout autant que de grandes avancées intellectuelles dans l'intelligibilité du monde réel.

De même que la science n'est pas faite de vérités intangibles et immuables, la technologie est en perpétuelle évolution. Qu'il s'agisse de la compréhension du monde pour le chercheur ou de la conception de nouveaux dispositifs pour l'ingénieur, leurs activités procèdent de démarches intellectuelles analogues ; il s'agit pour eux, à partir d'un questionnement, de rechercher des réponses ou des solutions à un problème, de les enrichir et de les faire évoluer avec le temps pour les rendre plus efficaces. Ces procédures entre travail conceptuel, modélisation et expérimentation constituent des composantes de la démarche scientifique.

Initier l'élève à la **démarche scientifique**, c'est lui permettre de développer des compétences nécessaires pour prendre des décisions raisonnables et éclairées dans les nombreuses situations nouvelles qu'il rencontrera tout au long de sa vie et, ainsi, le conduire à devenir un adulte libre, autonome et responsable.

Ces compétences nécessitent la maîtrise de capacités qui dépassent largement le cadre de l'activité scientifique :

- faire preuve d'initiative, de ténacité et d'esprit critique ;
- confronter ses représentations avec la réalité ;
- observer en faisant preuve de curiosité ;
- mobiliser ses connaissances, rechercher, extraire et organiser l'information utile fournie par une situation, une expérience ou un document ;
- raisonner, démontrer, argumenter, exercer son esprit d'analyse.

La **modélisation** est une composante essentielle de la démarche scientifique. Elle a pour objectif de représenter une réalité (en la simplifiant souvent) et de prévoir son comportement. Les activités pédagogiques proposées amènent l'élève à **associer** un modèle à un phénomène, à **connaître** ses conditions de validité. Les résultats expérimentaux sont **analysés et confrontés** aux prévisions d'un modèle, lui-même travaillé grâce à des simulations qui peuvent à leur tour permettre de proposer des expérimentations.

Autre composante essentielle de la démarche scientifique, la **démarche expérimentale** joue un rôle fondamental dans l'enseignement de la physique et de la chimie. Elle établit un rapport critique avec le monde réel, où les observations sont parfois déroutantes, où des expériences peuvent échouer, où chaque geste demande à être maîtrisé, où les mesures - toujours entachées d'erreurs aléatoires quand ce ne sont pas des erreurs systématiques - ne permettent de déterminer des valeurs de grandeurs qu'avec une incertitude qu'il faut pouvoir évaluer au mieux. La maîtrise de la précision dans le contexte des activités expérimentales est au cœur de l'enseignement de la physique et de la chimie. Elle participe à l'éducation des élèves à la construction d'une vision critique des informations données sous forme numérique, à la possibilité de les confronter à une norme, éducation indispensable pour l'évaluation des risques et la prise de décision.

Les **activités expérimentales** menées par les élèves sont un moyen d'appropriation de techniques, de méthodes, mais aussi de notions et de concepts. Associée à un questionnement inscrit dans un cadre de réflexion théorique, l'activité expérimentale, menée dans l'environnement du laboratoire, conduit notamment l'élève à **s'approprier** la problématique du travail à effectuer, à maîtriser l'environnement matériel (à l'aide de la documentation appropriée), à **justifier** ou à **proposer** un protocole, à **mettre en œuvre** un protocole expérimental en respectant les règles de

sécurité. L'élève doit porter un regard critique sur les résultats en identifiant les sources d'erreurs et en estimant l'incertitude sur les mesures.

L'activité expérimentale offre un cadre privilégié pour susciter la curiosité de l'élève, pour le rendre autonome et apte à prendre des initiatives et pour l'habituer à **communiquer** en utilisant des langages et des outils pertinents.

Ainsi, l'approche expérimentale ne peut se concevoir que si les conditions indispensables à une activité concrète, authentique et en toute sécurité sont réunies.

La pratique scientifique nécessite l'utilisation d'un langage spécifique. L'élève doit donc pouvoir :

- s'exprimer avec un langage scientifique rigoureux ;
- choisir des unités adaptées aux grandeurs physiques étudiées ;
- utiliser l'analyse dimensionnelle ;
- évaluer les ordres de grandeur d'un résultat.

Ces compétences sont indissociables des compétences mathématiques nécessaires. De plus, en devant présenter la démarche suivie et les résultats obtenus, l'élève est amené à pratiquer une activité de communication susceptible de le faire progresser dans la maîtrise des compétences langagières, orales et écrites, en langue française, mais aussi en anglais, langue de communication internationale dans le domaine scientifique.

L'usage adapté des Tic

La physique et la chimie fournissent naturellement l'occasion d'acquérir des compétences dans l'utilisation des Tic, certaines étant spécifiques à la discipline et d'autres d'une portée plus générale.

Outre la recherche documentaire, le recueil des informations, la connaissance de l'actualité scientifique, qui requièrent notamment l'exploration pertinente des ressources d'internet, l'activité expérimentale doit s'appuyer avec profit sur l'expérimentation assistée par ordinateur, la saisie et le traitement des mesures.

L'automatisation de l'acquisition et du traitement des données expérimentales peut ainsi permettre de dégager du temps pour la réflexion, en l'ouvrant aux aspects statistiques de la mesure et au dialogue entre théorie et expérience. La simulation est l'une des modalités de la démarche scientifique susceptible d'être mobilisée par le professeur ou par les élèves eux-mêmes.

L'usage de caméras numériques, de dispositifs de projection, de tableaux interactifs et de logiciels généralistes ou spécialisés doit être encouragé.

Les travaux pédagogiques et les réalisations d'élèves gagneront à s'insérer dans le cadre d'un environnement numérique de travail (ENT), au cours ou en dehors des séances.

Il faudra toutefois veiller à ce que l'usage des Tic, comme auxiliaire de l'activité didactique, ne se substitue pas à une activité expérimentale directe et authentique.

Outre les sites ministériels, les sites académiques recensent des travaux de groupes nationaux, des ressources thématiques (Édubase), des adresses utiles sur les usages pédagogiques des Tic.

Présentation du programme

Ce programme est présenté selon deux colonnes intitulées :

- Notions et contenus : il s'agit des notions et des concepts scientifiques à construire ;
- Capacités exigibles : il s'agit des capacités que les élèves doivent maîtriser en fin de cycle.

Il convient de ne pas procéder à une lecture linéaire de ce programme, mais de proposer une progression qui :

- s'appuie sur les acquis des élèves en seconde et en première, ce qui peut nécessiter la mise en place d'une évaluation diagnostique ;
- est organisée autour des thèmes ;
- vise la mise en œuvre par les élèves des compétences présentées dans le préambule et des capacités exigibles décrites dans le programme.

Pour des raisons d'efficacité pédagogique, le questionnement scientifique, prélude à la construction des notions et

des concepts, se déploiera à partir d'objets techniques, professionnels, familiers ou à partir de procédés simples ou complexes, emblématiques du monde contemporain. Cette approche crée un contexte d'apprentissage stimulant, susceptible de mobiliser les élèves autour d'activités pratiques et permettant de développer des compétences variées. Cela fournit aussi l'occasion de montrer comment les sciences physiques et chimiques peuvent contribuer à une meilleure prise de conscience des enjeux environnementaux et à l'éducation au développement durable.

Le programme est construit autour de trois concepts-clés de physique et de chimie : **l'énergie, la matière et l'information**.

L'**énergie** est au cœur de la vie quotidienne et de tous les systèmes techniques. Les grandes questions autour des « économies d'énergie » et plus largement du développement durable ne peuvent trouver de réponse qu'avec une maîtrise de ce concept et des lois qui lui sont attachées. Le programme permet, à travers de nombreux exemples, de mettre en évidence les notions de conservation et de qualité (et donc de dégradation) de l'énergie, les notions de transfert d'énergie, de conversion d'énergie et de rendement.

Pour ce qui concerne la **matière**, omniprésente sous forme minérale ou organique, qu'elle soit d'origine naturelle ou synthétique, dans les systèmes inertes ou vivants, le programme enrichit les modèles relatifs à sa constitution et à ses transformations. À travers l'étude de différents matériaux sont abordées les notions de liaisons, de macromolécules et d'interactions intermoléculaires pour rendre compte de propriétés macroscopiques spécifiques. Les transformations de la matière abordent les problématiques liées à la synthèse, les bilans de matière (lois de conservation) et les différents effets associés aux transformations physiques, chimiques et nucléaires (transfert thermique, travail électrique, rayonnement, travail mécanique). Les élèves sont sensibilisés au risque chimique et à la sauvegarde de l'environnement.

La prise d'**information**, son traitement et son utilisation sont présents dans quasiment tous les dispositifs que ce soit pour l'optimisation de l'utilisation des ressources dans des locaux professionnels, pour la gestion de déplacement de matière ou de personne ou dans le domaine du diagnostic médical. L'étude des chaînes d'information sera l'occasion de montrer que l'information peut être transportée par différentes grandeurs physiques, de faire le lien entre les capteurs et les lois physiques mises en œuvre, d'étudier la structure d'une chaîne d'information.

Dans la continuité du programme de première de physique-chimie, ces concepts sont introduits à travers trois thèmes :

- **Locaux professionnels** : ce thème prolonge le thème habitat abordé en première et donne la possibilité d'étudier la gestion de l'énergie (sous forme électrique, thermique, solaire, chimique), les fluides et la communication, en particulier dans les locaux professionnels. Des liens ou des transpositions pourront être faits avec la gestion de l'énergie des dispositifs (réacteurs, autoclaves, réfrigérateurs, etc.) présents dans les laboratoires de physique, de chimie et de biologie ainsi que dans les différentes unités de production et d'analyse dans les bio-industries. Ce sera aussi l'occasion de s'intéresser aux produits d'entretien utilisés dans ces locaux.

- **Déplacement de matière ou de personne** : ce thème prolonge le thème transport abordé en première et permet de mettre en place les outils nécessaires à l'étude du mouvement, des différents types de motorisation (thermique et électrique) ainsi que des dispositifs de sécurité et de contrôle des déplacements.

- **Imagerie médicale, exploration fonctionnelle et radiothérapie** : ce thème prolonge celui de la santé étudié en première et fournit l'opportunité d'aborder l'utilisation des ondes électromagnétiques dans l'imagerie médicale et de la radioactivité dans l'exploration fonctionnelle et la radiothérapie.

L'objectif est de montrer que des lois importantes régissent le comportement d'objets ou de systèmes et permettent de prévoir des évolutions et des états finaux : lois de conservation de la matière et de l'énergie.

Ces thèmes font parfois appel aux mêmes concepts. Le professeur peut ainsi réinvestir, dans d'autres contextes, les connaissances et les capacités déjà introduites et travaillées lors de l'étude d'un autre thème.

La pratique d'activités expérimentales permet aussi d'acquérir des compétences dans le domaine de la **mesure** et des **incertitudes**. En faisant prendre conscience à l'élève des causes de limitation de la précision, des sources d'erreurs et de leurs implications sur la qualité de la mesure pour finalement aboutir à la validation d'une loi ou d'un

modèle, on développe l'esprit critique, la capacité d'analyse et l'attitude citoyenne. L'informatique peut jouer un rôle tout à fait particulier en fournissant aux élèves les outils nécessaires à l'évaluation des incertitudes sans qu'ils soient conduits à entrer dans le détail des outils mathématiques utilisés.

Le tableau suivant résume les notions et capacités spécifiques relatives aux mesures et à leurs incertitudes que les élèves doivent **maîtriser** à la fin de la formation du lycée.

Ces notions diffusent dans chacun des thèmes du programme et ces capacités sont développées tout au long de l'année scolaire, dans le cadre des activités expérimentales. Elles ne font pas l'objet de séquences de cours spécifiques.

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|---|--|
| Erreurs et notions associées | <ul style="list-style-type: none">- Identifier les différentes sources d'erreur (de limites à la précision) lors d'une mesure : variabilité du phénomène et de l'acte de mesure (facteurs liés à l'opérateur, aux instruments, etc.). |
| Incertitudes et notions associées | <ul style="list-style-type: none">- Évaluer les incertitudes associées à chaque source d'erreur.- Comparer le poids des différentes sources d'erreur.- Évaluer l'incertitude de répétabilité à l'aide d'une formule d'évaluation fournie.- Évaluer l'incertitude d'une mesure unique obtenue à l'aide d'un instrument de mesure.- Évaluer, à l'aide d'une formule fournie, l'incertitude d'une mesure obtenue lors de la réalisation d'un protocole dans lequel interviennent plusieurs sources d'erreurs. |
| Expression et acceptabilité du résultat | <ul style="list-style-type: none">- Maîtriser l'usage des chiffres significatifs et l'écriture scientifique. Associer l'incertitude à cette écriture.- Exprimer le résultat d'une opération de mesure par une valeur issue éventuellement d'une moyenne et une incertitude de mesure associée à un niveau de confiance.- Évaluer la précision relative.- Déterminer les mesures à conserver en fonction d'un critère donné.- Commenter le résultat d'une opération de mesure en le comparant à une valeur de référence.- Faire des propositions pour améliorer la démarche. |

Locaux professionnels

Gestion de l'énergie

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|--|--|
| Énergie solaire : conversions photovoltaïque | <ul style="list-style-type: none">- Citer les modes d'exploitation de l'énergie solaire. |

| | |
|--|---|
| <p>et thermique. Modèle corpusculaire de la lumière, le photon. Énergie d'un photon.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Schématiser les transferts et les conversions d'énergie mises en jeu dans un dispositif utilisant l'énergie solaire ; donner des ordres de grandeur des échanges. - Interpréter les échanges d'énergie entre lumière et matière à l'aide du modèle corpusculaire de la lumière. - Mettre en œuvre une cellule photovoltaïque. Effectuer expérimentalement le bilan énergétique d'un panneau photovoltaïque. |
|--|---|

Gestion des fluides

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|---|---|
| <p>Pression dans un fluide parfait et incompressible en équilibre : pressions absolue, relative et différentielle. Équilibre d'un fluide soumis à la pesanteur. Écoulement stationnaire. Débit volumique et massique.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Mesurer des pressions (absolue et relative). - Citer et exploiter le principe fondamental de l'hydrostatique. - Expliciter la notion de vitesse moyenne d'écoulement dans une canalisation. - Mesurer un débit. - Citer et appliquer la loi de conservation de la masse. |
| <p>États de la matière. Transfert thermiques et changements d'état. Transformations physiques et effets thermiques associés.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Différencier les différentes transformations liquide-vapeur pour l'eau : évaporation, ébullition. - Associer un changement d'état au niveau macroscopique à l'établissement ou la rupture d'interactions entre entités au niveau microscopique. - Utiliser un diagramme d'état (P, T) pour déterminer l'état d'un fluide lors d'une transformation. - Utiliser l'enthalpie de changement d'état pour effectuer un bilan énergétique. |

Gestion de la communication

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|--|---|
| <p>Ondes électromagnétiques. Spectre des ondes utilisées en communication. Champ électrique, champ magnétique.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Classer les ondes électromagnétiques selon leur fréquence et leur longueur d'onde dans le vide. - Positionner le spectre des ondes utilisées pour les communications. - Définir et mesurer les grandeurs physiques associées à une onde : période, fréquence, longueur d'onde, célérité. - Énoncer qu'une onde électromagnétique se propage dans le vide. - Décrire la structure d'une onde électromagnétique : champ magnétique, champ électrique. |

| | |
|---------------------------------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> - Relier qualitativement le champ électrique d'une onde électromagnétique en un point à la puissance et à la distance de la source. |
| Mesure des grandeurs physiques. | <ul style="list-style-type: none"> - Citer quelques exemples de capteurs et de détecteurs utilisés dans les locaux professionnels. - Préciser les grandeurs d'entrée et de sortie ainsi que le phénomène physique auquel la grandeur d'entrée est sensible. - Distinguer les deux types de grandeurs : analogiques ou numériques. - Mettre en œuvre expérimentalement une chaîne de mesure simple utilisée en communication dans des locaux professionnels. |

Entretien et hygiène

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|--|--|
| Réactions acide-base et transferts de protons. Solutions acides, basiques. pH. | <ul style="list-style-type: none"> - Citer des produits d'entretien couramment utilisés dans les locaux professionnels (détartrants, déboucheurs, savons, détergents, désinfectants, dégraissants, etc.) ; reconnaître leur nature chimique et leur précaution d'utilisation (étiquette, pictogramme). - Définir les termes suivants : acide, base, couple acide-base. - Écrire une réaction acide-base, les couples acide-base étant donnés. - Citer le sens de variation du pH en fonction de l'évolution de la concentration en $H^+(aq)$. |
| Solubilisation. Solvants de nettoyage. | <ul style="list-style-type: none"> - Choisir un solvant pour éliminer une espèce chimique à partir de données sur sa solubilité ou à partir d'une démarche expérimentale. |

Déplacement de matière ou de personne

Mise en mouvement

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|---|---|
| Actions mécaniques : forces, moment de force, couples et moment d'un couple. Transfert d'énergie par travail mécanique (force constante ; couple constant). Puissance moyenne. Conservation et non-conservation de | <ul style="list-style-type: none"> - Identifier, inventorier, caractériser et modéliser les actions mécaniques s'exerçant sur un solide. - Associer une variation d'énergie cinétique au travail d'une force ou d'un couple. - Relier l'accélération à la valeur de la résultante des forces extérieures ou au moment du couple résultant dans le cas d'un |

| | |
|---|---|
| <p>l'énergie mécanique. Frottements de contact entre solides ; action d'un fluide sur un solide en mouvement relatif.</p> | <p>mouvement uniformément accéléré. - Écrire et exploiter l'expression du travail d'une force constante ou d'un couple de moment constant. - Associer la force de résistance aérodynamique à une force de frottement fluide proportionnelle à la vitesse au carré et aux paramètres géométriques d'un objet en déplacement.</p> |
| <p>Transformation chimique et transfert d'énergie sous forme thermique. Combustion.</p> | <p>- Citer différents carburants utilisés et leur mode de production (pétrochimie, agrochimie, bio-industrie, etc.). - Utiliser le modèle de la réaction pour prévoir les quantités de matière nécessaires et l'état final d'un système. - Déterminer expérimentalement l'énergie libérée au cours de la combustion d'un hydrocarbure ou d'un carburant oxygénée, puis confronter à la valeur calculée à partir d'enthalpies de combustion tabulées. - Citer les dangers liés aux combustions et les moyens de prévention et de protection.</p> |
| <p>Transformation chimique et transfert d'énergie sous forme électrique. Piles, accumulateurs, piles à combustible.</p> | <p>- Citer les caractéristiques des piles et leurs évolutions technologiques. - Identifier l'oxydant et le réducteur mis en jeu dans une pile à partir de la polarité de la pile ou des couples oxydant/réducteur. - Écrire les équations des réactions aux électrodes. - Expliquer le fonctionnement d'une pile, d'un accumulateur, d'une pile à combustible. - Utiliser le modèle de la réaction pour prévoir la quantité d'électricité totale disponible dans une pile. - Associer charge et décharge d'un accumulateur à des transferts et conversions d'énergie. - Définir les conditions d'utilisation optimales d'une batterie d'accumulateurs : l'énergie disponible, le courant de charge optimum et le courant de décharge maximal.</p> |
| <p>Chaînes énergétiques. Énergie et puissance. Puissance absorbée ; puissance utile ; réversibilité ; rendement. Convertisseurs électromécaniques d'énergie ; réversibilité. Rendement de conversion.</p> | <p>- Décrire et schématiser les transferts ou les transformations d'énergie mis en jeu dans le déplacement d'un objet en mouvement en distinguant notamment les mouvements à accélération constante et les mouvements à vitesse constante. - Comparer des ordres de grandeur des énergies stockées dans différents réservoirs d'énergie. - Écrire et exploiter la relation entre une variation d'énergie et la puissance moyenne. - Évaluer l'autonomie d'un système mobile autonome ; la comparer aux données du constructeur. - Décrire les étapes conduisant de la combustion à l'énergie mécanique. Donner un ordre de grandeur du rendement.</p> |

- Déterminer expérimentalement le rendement d'un moteur électrique.
- Exploiter la caractéristique mécanique d'un moteur électrique et déterminer un point de fonctionnement.

Longévité et sécurité

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|---|--|
| Des matériaux résistants : contraintes mécaniques et thermiques, corrosion. | <ul style="list-style-type: none">- Distinguer les différentes familles de matériaux présentes dans un dispositif assurant un déplacement de matière ou de personne et relier leurs propriétés physico-chimiques à leur utilisation.- Illustrer le rôle des différents facteurs agissant sur la corrosion des métaux et le vieillissement des matériaux.- Prévoir différents moyens de protection et vérifier expérimentalement leur efficacité. |

L'assistance au déplacement

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|--|---|
| Mesure des grandeurs physiques dans un dispositif assurant un déplacement de matière ou de personne. | <ul style="list-style-type: none">- Citer quelques exemples de capteurs et de détecteurs utilisés dans un dispositif de déplacement de matière ou de personne.- Préciser les grandeurs d'entrée et de sortie ainsi que le phénomène physique auquel la grandeur d'entrée est sensible.- Distinguer les deux types de grandeurs : analogiques ou numériques.- Interpréter le spectre d'un signal périodique : déterminer la fréquence du fondamental, déterminer les harmoniques non nuls.- Mettre en œuvre expérimentalement une chaîne de mesure simple (conditionneur de capteur, conditionneur de signal, numérisation, etc.). |

Imagerie médicale, exploration fonctionnelle et radiothérapie

Imagerie médicale

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|--|---|
| Ondes électromagnétiques ; rayonnements gamma, X, UV, visible, IR. | <ul style="list-style-type: none">- Classer les ondes électromagnétiques selon leur fréquence, leur longueur d'onde dans le vide et leur énergie.- Expliciter la dépendance entre la puissance rayonnée par un corps |

| | |
|---|--|
| | <p>et sa température.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Exploiter le lien entre la température d'un corps et la longueur d'onde pour laquelle l'émission de lumière est maximale. |
| Réflexion, absorption et transmission des ondes électromagnétiques. | <ul style="list-style-type: none"> - Associer l'absorption d'une onde électromagnétique à la nature du milieu concerné. |
| <p>Champ magnétique : sources de champ magnétique (Terre, aimant, courant).</p> <p>Sources de champ magnétique intenses : électro-aimant supraconducteur.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Mettre en évidence expérimentalement l'existence d'un champ magnétique et déterminer ses caractéristiques. - Citer quelques ordres de grandeur de champ magnétique. |

Exploration fonctionnelle et radiothérapie

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|---|---|
| <p>Radioactivité.</p> <p>Isotopes.</p> <p>Activité. Décroissance radioactive et demi-vie.</p> <p>Protection contre les risques de la radioactivité.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Citer les différents types de radioactivité et préciser la nature des particules émises ou des rayonnements émis. - Définir l'isotopie et reconnaître des isotopes. - Positionner le rayonnement gamma dans le spectre des ondes électromagnétiques. - Interpréter les échanges d'énergie entre rayonnement et matière à l'aide du modèle corpusculaire. - Exploiter une courbe de décroissance radioactive et le temps de demi-vie d'une espèce radioactive. - Citer l'unité de mesure de la dose d'énergie absorbée. - Citer les risques liés aux espèces radioactives et exploiter une documentation pour choisir des modalités de protection. |

Enseignement de sciences physiques et chimiques en laboratoire de la série sciences et technologies de laboratoire - classe terminale

NOR : MENE1121701A

arrêté 2-8-2011 - J.O. du 26-8-2011

MEN - DGESCO A3-1

Vu code de l'éducation ; arrêté du 27-5-2010 ; avis du Comité interprofessionnel consultatif du 1-7-2011 ; avis du CSE du 7-7-2011

Article 1 - Le programme de l'enseignement de sciences physiques et chimiques en laboratoire en classe terminale de la série sciences et technologies de laboratoire est fixé conformément à l'annexe du présent arrêté.

Article 2 - Les dispositions du présent arrêté entrent en application à la rentrée de l'année scolaire 2012-2013.

Article 3 - Le directeur général de l'enseignement scolaire est chargé de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait le 2 août 2011

Pour le ministre de l'éducation nationale, de la jeunesse et de la vie associative
et par délégation,
Le directeur général de l'enseignement scolaire,
Jean-Michel Blanquer

Annexe

Programme de l'enseignement de spécialité de sciences physiques et chimiques en laboratoire Classe terminale de la série technologique STL

Les objectifs de l'enseignement de spécialité de sciences physiques et chimiques en laboratoire sont identiques à ceux affichés dans le préambule du programme de physique-chimie des séries STI2D et STL :

- pratiquer une démarche scientifique et développer la culture scientifique dans sa dimension historique et contemporaine ;
- poursuivre l'initiation à la conduite de projet ;
- développer l'approche par compétences de l'enseignement.

Pratiquer une démarche scientifique et développer la culture scientifique

L'enseignement de spécialité de sciences physiques et chimiques en laboratoire de la classe terminale de la série STL prolonge celui de la classe de première.

La démarche scientifique, à laquelle les élèves sont progressivement initiés depuis le collège, organise la pratique et les modalités de cet enseignement. Elle naît d'un questionnement qui, dans la série STL, s'appuie sur des « objets » scientifiques et technologiques construits par l'Homme. Ce questionnement engendre une démarche réflexive et active mobilisant les connaissances acquises ou les représentations initiales pour formuler des hypothèses, explorer les possibles et les confronter au réel à travers l'expérience. Dans cette démarche, la construction de modèles, la

découverte ou la nécessaire introduction de nouveaux concepts et de nouvelles lois accroissent progressivement les savoirs et les capacités scientifiques expérimentales et théoriques des élèves. L'expérience, qui joue un rôle capital, acquiert ainsi un statut qui la distingue fondamentalement de celui d'un protocole fourni à un exécutant qui doit le respecter sans percevoir l'objectif et les finalités de ses actions. La pratique expérimentale dans sa plus large acception - c'est-à-dire n'excluant pas la simulation - permet à l'élève de la série technologique d'aborder très concrètement les différentes notions scientifiques du programme.

L'exercice de l'esprit critique est inhérent à la pratique de la démarche scientifique. La confrontation d'un résultat d'expérience aux hypothèses formulées ou celle d'un modèle construit au rendu du réel, impose le choix de critères de validation et, très souvent, la délimitation d'un champ ou d'un domaine de validité et d'application. Ce sont les allers-retours entre l'activité expérimentale, ses résultats, et l'activité réflexive sur les concepts et les modèles qui précisent, affinent, stabilisent la connaissance ou la font évoluer.

Dans l'accomplissement de la démarche scientifique, l'élève doit ainsi être capable de prélever des informations pertinentes, de les mettre en relation entre elles et avec son propre savoir et de les exploiter. Il doit aussi être en mesure de communiquer les résultats d'une recherche dans un langage rigoureux et adapté au public auquel il s'adresse.

Dans cet enseignement de spécialité, l'exercice de l'activité scientifique sur des objets technologiques ne donne pas lieu cependant à une analyse complète et détaillée du fonctionnement des supports d'étude. L'objectif est bien ici de se saisir de ces objets pour dégager ou appliquer des principes, des lois ou des méthodes fondamentales des sciences physiques et chimiques, ce qui n'exclut pas, bien au contraire, de montrer l'évolution historique des solutions adoptées pour effectuer telle observation, telle action ou réaliser telle analyse ou telle synthèse. Ce qui n'exclut pas non plus d'interroger la pérennité des solutions actuelles notamment au regard du développement de certaines technologies : la science et la technologie sont évolutives dans le temps.

« La grande différence entre le mythe et la théorie scientifique, c'est que le mythe se fige. » (François Jacob)

Cette démarche permet d'identifier des phénomènes et propriétés relevant du champ des sciences physiques et chimiques dans des réalisations technologiques, de préciser les problèmes qu'elles ont permis de résoudre, de mettre en évidence le rôle qu'elles ont joué dans l'élaboration des objets ou des systèmes simples, complexes ou innovants actuels, de souligner la place qu'elles peuvent et doivent tenir pour faire face aux grands défis de société.

Poursuivre l'initiation à la conduite de projet

Le projet est défini comme un ensemble planifié d'activités d'investigation scientifique menées par un groupe de 2 à 4 élèves et se rapportant à un même objet. Il vise à répondre à une ou plusieurs questions issues d'une éventuelle thématique générale proposée à toute ou partie de la classe.

Les élèves devront réinvestir leurs connaissances et capacités dans une démarche scientifique menée en autonomie dans son intégralité, avec l'appui du professeur mais aussi de ressources extérieures à la classe ou à l'établissement. La thématique du projet peut déborder du champ de l'enseignement de spécialité de sciences physiques et chimiques en laboratoire vers, par exemple, le domaine des sciences du vivant, sans toutefois exiger de la part des élèves l'acquisition de compléments scientifiques hors des programmes de la série STL suivie. On peut, dans ce cadre, envisager toute ouverture sur le monde de la recherche et de l'activité de laboratoire, qu'elle soit ou non liée à l'industrie. Le projet peut ainsi être l'occasion de rencontres avec des chercheurs des domaines public ou privé.

On attend des élèves qu'ils soient capables :

- de s'approprier une problématique ;
- d'effectuer une recherche bibliographique sur le sujet traité ;
- de proposer une procédure de résolution pour y apporter une réponse ;
- de proposer une ou des pistes de recherche visant à valider une ou des hypothèses formulées ;
- de mettre en œuvre des activités expérimentales qualitatives et quantitatives incluant éventuellement la simulation, une recherche ou une activité hors de l'établissement pour valider les possibles proposés ;

- de produire un document de communication sur leur démarche et sur les résultats obtenus, ce document pouvant faire appel à différents formats ;

- de préparer et de soutenir une présentation orale sur le sujet traité.

Les élèves ont été initiés en classe de première STL aux différentes phases de conduite d'un projet. En terminale, une plus large autonomie leur sera accordée mais aussi une plus grande responsabilité leur sera demandée.

Les professeurs encadrent les activités liées au projet sur les horaires habituels de physique-chimie en laboratoire.

Le projet sera conduit sur une durée de trente-six heures et sera l'occasion de promouvoir chez les élèves des compétences liées à :

- La conduite d'un projet

Un projet répond à une problématique par une démarche bien spécifique dont les étapes sont planifiées dans le temps. De la découverte de la problématique - sujet du projet - à la communication des propositions de réponses, l'élève accomplit un cheminement à travers une recherche d'information sur le sujet via une bibliographie ou une sitographie, la formulation d'hypothèses ensuite vérifiées - ou infirmées - par des activités expérimentales et d'éventuelles visites de laboratoires ou d'entreprises.

Le projet se conclut par une réponse argumentée, non dépourvue d'un regard critique, liant à la fois la problématique initiale, les choix effectués et les éléments de réponse apportés. Il offre aussi aux élèves la possibilité de réinvestir concrètement, dans une étude s'inscrivant sur une durée raisonnable, des connaissances et des capacités de physique et de chimie.

- La rédaction d'un rapport de projet

Les élèves développeront la capacité à rédiger de façon claire et concise la démarche adoptée en faisant apparaître les différentes phases du projet, les choix effectués, les recherches conduites et les activités (bibliographiques, interviews, visites, expériences, etc.), les résultats des activités expérimentales réalisées, leur analyse et une synthèse en réponse à la problématique posée par le projet.

- Une présentation orale du projet

Le développement des capacités langagières orales des élèves est une composante essentielle de formation des élèves de STL. Liées à la maîtrise de la langue et à celle des technologies de l'information et de la communication, ces compétences placent l'élève dans la position de celui qui informe, explique et doit convaincre. Les capacités langagières de production orale sont une composante essentielle de la réussite tout au long de la vie et, entre autres, dans l'enseignement supérieur.

Développer l'approche par compétences de l'enseignement

Comme le programme de première, celui de terminale se présente sous la forme d'un tableau à deux colonnes : les notions et contenus qui sont abordés et les capacités dont la maîtrise est exigible des élèves en fin d'année scolaire. Les capacités exigibles des élèves regroupent les connaissances et les capacités, notamment expérimentales, des élèves, exprimées pour le professeur sous la forme de verbes d'actions : exprimer, citer, définir, relier, réaliser, déterminer expérimentalement, etc. Ces capacités bornent les savoirs et les savoir-faire qui sont attendus à la fin de la classe terminale. Elles ne constituent ni une progression, ni un plan de cours et ne résument pas la construction de séquences pédagogiques. Dans le cadre de son enseignement, le professeur, libre de ses choix pédagogiques, distingue les objectifs plaçant les élèves dans une démarche scientifique de ceux de nature cognitive construits ou appliqués lors de la séquence. L'acquisition de connaissances et le développement de capacités sont logiquement évalués sous la forme de niveaux de compétences atteints.

Cet enseignement de spécialité doit contribuer à la réussite des études dans l'enseignement supérieur. Aussi le professeur doit-il être sensible à développer, chez les élèves, l'autonomie, la responsabilité et la prise d'initiative. La démarche scientifique et la conduite de projet participent à un tel développement par les choix qu'elles imposent lors de leur mise en œuvre, par les méthodes de travail qui y sont développées, par les contraintes qui doivent être prises en compte et par l'indispensable respect d'autrui et de l'environnement.

Claude Bernard, médecin qui a posé les premières bases de la démarche scientifique, ne disait-il pas au sujet de cette dernière :

« Pour être digne de ce nom, l'expérimentateur doit être à la fois théoricien et praticien. [...] Une main habile sans la tête qui la dirige est un instrument aveugle ; la tête sans la main qui réalise reste impuissante. »

Contenu du programme

Cet enseignement, qui doit être étroitement coordonné avec celui de physique-chimie, comprend trois modules :

- un module de physique portant sur l'étude des applications des ondes ;
- un module de chimie portant sur chimie et développement durable ;
- un module consacré à l'étude des systèmes et des procédés.

Le projet est une modalité pédagogique trouvant sa place dans chacun des modules en prenant appui sur des « objets technologiques » présents dans l'établissement.

La pratique d'activités de laboratoire et le projet mettent l'accent sur les capacités spécifiques aux activités expérimentales et permettent plus particulièrement de renforcer les compétences acquises dans l'enseignement « Mesures et instrumentation ». En faisant prendre conscience à l'élève des causes de limitation de la précision, des sources d'erreurs et de leurs implications sur la qualité de la mesure pour finalement aboutir à la validation d'une loi ou d'un modèle, on développe l'esprit critique, la capacité d'analyse et l'attitude citoyenne. L'informatique peut jouer un rôle tout à fait particulier en fournissant aux élèves les outils nécessaires à l'évaluation des incertitudes sans qu'ils soient conduits à entrer dans le détail des outils mathématiques utilisés.

Le tableau suivant résume les notions et capacités spécifiques relatives aux mesures et à leurs incertitudes que les élèves doivent maîtriser à la fin de la formation du lycée général et technologique.

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|---|--|
| Erreurs et notions associées | - Identifier les différentes sources d'erreur (de limites à la précision) lors d'une mesure : variabilité du phénomène et de l'acte de mesure (facteurs liés à l'opérateur, aux instruments, etc.). |
| Incertitudes et notions associées | - Évaluer les incertitudes associées à chaque source d'erreur. - Comparer le poids des différentes sources d'erreur. - Évaluer l'incertitude de répétabilité à l'aide d'une formule d'évaluation fournie. - Évaluer l'incertitude d'une mesure unique obtenue à l'aide d'un instrument de mesure. - Évaluer, à l'aide d'une formule fournie, l'incertitude d'une mesure obtenue lors de la réalisation d'un protocole dans lequel interviennent plusieurs sources d'erreurs. |
| Expression et acceptabilité du résultat | - Maîtriser l'usage des chiffres significatifs et l'écriture scientifique. Associer l'incertitude à cette écriture. - Exprimer le résultat d'une opération de mesure par une valeur issue éventuellement d'une moyenne et une incertitude de mesure associée à un niveau de confiance. - Évaluer la précision relative. |

- Déterminer les mesures à conserver en fonction d'un critère donné.
- Commenter le résultat d'une opération de mesure en le comparant à une valeur de référence.
- Faire des propositions pour améliorer la démarche.

Ondes

En classe de première, le module « Image » de l'enseignement de sciences physiques et chimiques en laboratoire a permis de faire percevoir aux élèves la place des images et de leurs usages dans de nombreux domaines, de les faire accéder à la connaissance des concepts et des modèles scientifiques qui sont au cœur des systèmes technologiques producteurs d'images et de les initier aux démarches et aux outils d'investigation qu'ils pourront utiliser dans leurs études supérieures et dans leurs vies personnelle et professionnelle.

L'obtention de ces images amène tout naturellement à s'interroger sur les modèles et les concepts associés à la lumière et, plus généralement, aux ondes. Celles-ci sont maintenant indissociables des activités humaines, que ce soit dans le domaine industriel (communication, santé, espace, etc.) ou dans la vie quotidienne (téléphonie, Wifi, domotique, etc.). Il est donc tout à fait légitime et nécessaire de former les futurs scientifiques (que ce soit au niveau technicien, ingénieur ou chercheur) à ces concepts et d'inscrire l'étude « des ondes » dans le parcours des lycéens, quelle que soit leur voie.

Pour des raisons d'efficacité pédagogique, le questionnement scientifique, prélude à la construction des notions et des concepts, se déploiera à partir d'objets techniques, professionnels, familiers ou à partir de procédés simples ou complexes, emblématiques du monde contemporain. Cette approche crée un contexte d'apprentissage stimulant, susceptible de mobiliser les élèves autour d'activités pratiques, et permettant de développer des compétences variées. C'est aussi l'occasion de montrer comment les sciences physiques et chimiques peuvent contribuer à une meilleure prise de conscience des enjeux environnementaux et à l'éducation au développement durable.

Les concepts concernant « les ondes » sont introduits à travers deux thèmes :

1. Des ondes pour observer et mesurer

L'étude de dispositifs permettant l'observation d'objets millimétriques, micrométriques, nanométriques ou l'observation d'objets lointains non ou difficilement observables à l'œil nu permet d'installer les notions de base concernant les ondes (propagation, réflexion, réfraction, diffusion, polarisation, diffraction, interférences, etc.).

2. Des ondes pour agir

Ce thème aborde l'étude des dispositifs permettant de concentrer et de guider les ondes. Il s'agit aussi d'étudier l'utilisation de l'énergie ou de l'information transportées par les ondes.

La partie « **Les ondes qui nous environnent** » fait référence à une première approche des notions et des concepts qui seront développés dans les deux thèmes décrits ci-dessus. Elle vise à poser le lexique, à montrer expérimentalement que des ondes sont générées par des oscillations, que les ondes peuvent être détectées et qu'elles possèdent des propriétés spécifiques qui seront utilisées par la suite pour observer, mesurer et agir. Il s'agit donc d'un balayage initial du champ concerné par le programme, sans développement excessif et sans approfondissement.

Les ondes qui nous environnent

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|---|---|
| Perturbation d'un système physique ; réponse du système. Phénomènes vibratoires ; grandeurs vibratoires. | - Caractériser la réponse temporelle de différents systèmes physiques soumis à une perturbation en utilisant les capteurs appropriés. - Identifier la ou les grandeur(s) vibratoire(s). - Qualifier les oscillations libres d'un système : oscillations pseudo- |

| | |
|---|---|
| <p>Systèmes oscillants en mécanique et en électricité. Exemples dans différents domaines de fréquences. Analogies électromécaniques. Aspects énergétiques ; effets dissipatifs ; amortissement Oscillations forcées. Notion de résonance. Oscillations auto-entretenues : source de signal.</p> | <p>périodiques, quasi-sinusoïdales, amorties. - Modéliser analytiquement, à partir d'enregistrements, les réponses correspondant aux différents régimes d'oscillations d'un système à un degré de liberté : harmonique, apériodique, pseudo-périodique. - Comparer deux oscillateurs dans deux domaines différents de la physique ; indiquer les analogies. - Identifier les formes d'énergie mises en jeu dans un phénomène oscillatoire en mécanique et en électricité. - Mettre en évidence expérimentalement un phénomène de résonance en électricité et en mécanique ; mesurer une fréquence de résonance et déterminer un facteur de qualité. - Analyser le rôle d'un dispositif d'entretien d'oscillations. - Visualiser et exploiter le spectre en amplitude d'un signal temporel représentatif d'oscillations en régime permanent.</p> |
| <p>Notion d'onde. Propagation d'une perturbation dans un milieu élastique. Ondes progressives ; retard, célérité.</p> | <p>- Analyser la propagation d'une perturbation dans un milieu élastique unidimensionnel. - Représenter les évolutions temporelle et spatiale du phénomène observé. - Mesurer un retard, une célérité. - Distinguer onde transversale et onde longitudinale, onde plane et onde sphérique.</p> |
| <p>Ondes progressives périodiques ; ondes sinusoïdales : fréquence, période, longueur d'onde, célérité, amplitude, intensité. Périodicités temporelle et spatiale.</p> | <p>- Expliciter la signification des différentes grandeurs physiques intervenant dans le modèle d'une onde progressive sinusoïdale, unidimensionnelle et leur lien avec le sens de propagation. - Citer et exploiter la relation entre fréquence, longueur d'onde et célérité. - Citer le lien entre l'amplitude d'une grandeur vibratoire et la puissance moyenne transportée par une onde.</p> |
| <p>Propagation libre, guidée. Réflexion, réfraction, transmission, atténuation.</p> | <p>- Distinguer propagation libre et propagation guidée. - Expliciter les phénomènes se produisant lorsqu'une onde change de milieu de propagation ; caractériser simplement ces phénomènes.</p> |
| <p>Représentation fréquentielle des ondes. Spectre des ondes électromagnétiques. Modèle ondulatoire et corpusculaire.</p> | <p>- Repérer et identifier les différents domaines du spectre des ondes électromagnétiques utilisées. - Extraire et exploiter des informations sur les différentes catégories d'ondes et sur leurs effets sur la matière inerte ou vivante. - Relier la fréquence d'une onde électromagnétique monochromatique à l'énergie des corpuscules la constituant. - Détecter la présence de micro-ondes par une mesure adaptée.</p> |
| <p>Sources d'ondes (acoustiques et électromagnétiques) et capteurs</p> | <p>- Tracer le diagramme de rayonnement d'un transducteur ultrasonore. - Mesurer et interpréter les caractéristiques d'un photorécepteur.</p> |

(transducteurs piézo-électriques, composants optoélectroniques, antennes).

Des ondes pour observer et mesurer

Observer : voir plus grand

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|--|--|
| <p>Du millimètre au micromètre. Faisceaux de lumière ; objectifs et oculaires ; diffraction de la lumière par un diaphragme circulaire, résolution d'un instrument d'optique. Grossissement.</p> | <ul style="list-style-type: none">- Extraire d'une documentation les caractéristiques utiles d'un microscope commercial pour le choisir et le mettre en œuvre.- Mettre en évidence expérimentalement le phénomène de diffraction.- Prévoir les conséquences de la modification de la taille de l'objet diffractant et de la longueur d'onde sur une figure de diffraction.- Définir le grossissement et le pouvoir de résolution d'un microscope optique.- Modéliser un microscope optique par un système optique simple.- Réaliser et exploiter le tracé d'un faisceau de lumière pour décrire le principe du microscope.- Exploiter les relations de conjugaison pour déterminer la position et la taille d'une image fournie par l'objectif d'un microscope.- Associer le pouvoir de résolution d'un instrument au phénomène de diffraction et aux propriétés du capteur.- Déterminer expérimentalement quelques caractéristiques d'un appareil commercial. |
| <p>Effet piézoélectrique. Réflexion, absorption et transmission d'une onde. Coefficients de transmission, d'absorption et de réflexion énergétiques.</p> | <ul style="list-style-type: none">- Mettre en œuvre une source et un capteur piézoélectriques.- Illustrer expérimentalement le principe d'un échographe unidimensionnel.- Mesurer les coefficients de transmission et de réflexion énergétiques des ondes lumineuses ou ultrasonores d'une interface en incidence normale.- Mesurer le coefficient d'absorption des ondes lumineuses ou ultrasonores dans un milieu.- Tracer expérimentalement le diagramme de directivité d'un émetteur ultrasonore.- Utiliser les coefficients énergétiques dans l'étude de cas concrets simples. |
| <p>Du micromètre au nanomètre. Nanosciences.</p> | <ul style="list-style-type: none">- Décrire le principe d'un microscope à force atomique.- Associer les différents types de microscopes à leurs domaines d'observation. |

Observer : voir plus loin

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|---|---|
| <p>Miroirs sphériques, miroirs plans. Télescope. Grossissement.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Extraire d'une documentation les caractéristiques utiles d'un appareil commercial pour son choix ou sa mise en œuvre. - Réaliser et exploiter le tracé d'un faisceau de lumière pour décrire le principe de fonctionnement du télescope. - Illustrer expérimentalement le principe d'un télescope et déterminer ses caractéristiques. - Déterminer expérimentalement quelques caractéristiques d'un appareil commercial. - Montrer expérimentalement les effets limitatifs de l'objectif et de l'oculaire sur le champ et la luminosité d'un télescope. |

Mesurer

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|--|--|
| <p>Propagation.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Relier durée de parcours, distance parcourue et célérité. - Mesurer la célérité du son, de la lumière, le protocole expérimental étant fourni. - Mesurer une distance par télémétrie laser ou ultrasonore. |
| <p>Réfraction, réfraction limite et réflexion totale. Réfractomètre.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Relier les indices optiques des milieux à l'angle limite de réfraction. - Déterminer la concentration en sucre ou en alcool d'une solution par une méthode réfractométrique. |
| <p>Diffusion.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Décrire le principe de détection à distance de particules en suspension dans l'atmosphère. |
| <p>Structure d'une onde électromagnétique. Ondes polarisées ou non polarisées ; polariseur, analyseur.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Produire et analyser une lumière polarisée. - Associer la polarisation d'une onde électromagnétique à la direction du champ électrique. - Déterminer une concentration à partir de la mesure de la déviation du plan de polarisation de la lumière dans une solution. |
| <p>Diffraction.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Utiliser un capteur d'intensité lumineuse pour visualiser une figure de diffraction d'une fente rectangulaire, d'un fil. - Citer et utiliser l'expression de l'angle d'ouverture d'un faisceau monochromatique diffracté par une fente. - Réaliser une mesure dimensionnelle en utilisant le phénomène de diffraction. - Associer la capacité de stockage d'un support numérique optique à la |

| | |
|--|---|
| | longueur d'onde du laser utilisé et à l'ouverture numérique de l'optique de focalisation. |
| Interférences, différence de marche entre deux chemins. Réseaux, pas d'un réseau. | <ul style="list-style-type: none"> - Identifier les différents chemins optiques entre une ou plusieurs sources ponctuelles et un détecteur. - Exprimer la différence de marche entre deux chemins optiques. - Relier l'intensité reçue par un capteur à la différence de marche de deux ondes. - Utiliser un capteur d'intensité lumineuse pour visualiser une figure d'interférences, le protocole étant donné. - Exploiter les interférences créées par un dispositif à deux ondes et par un réseau. - Choisir et utiliser un réseau adapté pour mesurer une longueur d'onde. - Effectuer une mesure dimensionnelle avec un dispositif interférométrique, le protocole étant fourni. - Décrire le principe de la mesure de distances entre plans cristallins par une méthode interférométrique. |
| Absorption ; spectrophotométrie. | <ul style="list-style-type: none"> - Exploiter des spectres d'absorption dans différents domaines de longueurs d'onde. - Déterminer la concentration d'un soluté par spectrophotométrie. |
| Effet Doppler. | <ul style="list-style-type: none"> - Relier le décalage en fréquence d'une onde émise par une source en mouvement à la vitesse de la source. - Illustrer expérimentalement le principe d'un vélocimètre à effet Doppler. |
| Rayonnement et température. | <ul style="list-style-type: none"> - Expliciter la dépendance entre la puissance totale rayonnée d'un corps et sa température. - Effectuer une mesure de température à l'aide d'une thermopile (capteur bolométrique), le protocole étant fourni. |

Des ondes pour agir

Concentrer et diriger les ondes

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|---|--|
| Faisceaux cylindriques et coniques. Focalisation, foyer, distance focale. Stigmatisme. Réfraction. Réflexion. | <ul style="list-style-type: none"> - Mettre en évidence que l'énergie transportée par les ondes lumineuses ou sonores peut être dirigée ou concentrée. - Associer la concentration d'énergie d'un faisceau à sa géométrie. - Tracer le trajet du faisceau de lumière dans un système qui dirige ou concentre la lumière. - Comparer expérimentalement quelques caractéristiques de différents systèmes de focalisation réels et de leurs modèles simplifiés. |

- Déterminer expérimentalement un angle d'incidence limite.

Utiliser l'énergie transportée par les ondes

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|---|--|
| <p>Transport d'énergie. Grandeurs radiométriques : flux énergétique, éclairement énergétique. Laser. Effet sur la matière inerte et vivante.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Citer les unités des grandeurs radiométriques : flux énergétique, éclairement énergétique. - Déterminer expérimentalement un ordre de grandeur du flux énergétique d'un faisceau laser. - Mesurer un éclairement. - Relier l'énergie transportée par un rayonnement au flux énergétique et à la durée d'exposition. - Exploiter une norme pour déterminer une durée maximale d'exposition. - Énoncer et exploiter que le diamètre de la zone de focalisation du faisceau laser varie dans le même sens que la longueur d'onde. - Justifier l'utilisation d'un laser pour effectuer la découpe d'un matériau. |
| <p>Interférences constructives et destructives. Ondes stationnaires. Cavité résonante, modes propres.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Exprimer et exploiter une différence de marche pour en déduire les conditions d'obtention d'interférences constructives ou d'interférences destructives. - Mettre en évidence expérimentalement le phénomène d'interférence pour différents types d'ondes : sonores, lumineuses, mécaniques. - Distinguer les ondes stationnaires des ondes progressives. - Interpréter le phénomène d'ondes stationnaires en termes d'interférences. - Relier les fréquences de résonance des ondes stationnaires unidimensionnelles à la longueur d'une cavité. |
| <p>Polarisation.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Associer la polarisation d'une onde électromagnétique à la direction du champ électrique. - Différencier expérimentalement une lumière polarisée rectilignement d'une lumière non polarisée à l'aide d'un polariseur. - Illustrer expérimentalement le principe d'un afficheur à cristaux liquides. - Décrire le principe d'un interrupteur ou d'un modulateur optique. |

Communiquer avec des ondes

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|--|---|
| <p>Ondes guidées, non guidées, transmission.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Illustrer expérimentalement différentes transmissions guidées d'ondes dans plusieurs domaines de longueur d'onde. |

| | |
|--|--|
| Guide d'onde, câble. Absorption, diffusion, atténuation des ondes. Spectre d'une onde. | <ul style="list-style-type: none">- Analyser l'effet de la résistance de charge sur la réflexion d'une onde à l'extrémité d'une ligne sans perte.- Représenter le schéma de principe d'un système de transmission par ondes.- Visualiser et exploiter le spectre d'une onde modulée par un signal informatif.- Associer l'absorption d'une onde électromagnétique à la nature de la matière exposée.- Distinguer la diminution de la puissance surfacique d'une onde divergente et son absorption par un milieu. |
|--|--|

Chimie et développement durable

Dans la continuité de la classe de première, le module « chimie et développement durable » prolonge et renforce, en classe terminale, l'acquisition par les élèves de connaissances et de capacités, tout à la fois dans le champ théorique et dans le champ expérimental, pour réaliser et comprendre **les synthèses chimiques et les analyses physico-chimiques**.

Les notions et les lois classiquement étudiées en thermodynamique, en cinétique, en chimie organique, en chimie générale sont introduites ici pour résoudre des problématiques sociétales et pour répondre à des objectifs d'optimisation des techniques et des procédés en termes de rendement, de fiabilité, de sécurité, de seuil de détection, d'impact environnemental et de coût.

Le programme de la classe terminale comporte, comme en classe de première, **deux parties, synthèses chimiques et analyses physico-chimiques**, qui sont enrichies en s'appuyant sur les notions d'équilibre chimique et d'évolution d'un système étudiés dans l'enseignement « chimie-biochimie-science du vivant ». Tout en conservant comme fil conducteur la recherche de procédés durables, il est souhaitable de partir d'exemples concrets de techniques et de procédés mis en œuvre dans les laboratoires et dans l'industrie, tout à la fois pour engager la réflexion et pour réinvestir les nouvelles connaissances et capacités acquises.

Objectifs visés par le programme de terminale

À l'issue de la classe terminale, le programme du module « chimie et développement durable » vise à ce que l'élève fasse preuve de réelles compétences :

- en synthèse chimique pour analyser ou choisir un protocole de synthèse et de séparation, en utilisant les capacités acquises en thermodynamique et en cinétique des transformations physico-chimiques ;
- en analyse physico-chimique pour effectuer un choix raisonné de techniques de dosages, pour proposer et mettre en œuvre en autonomie un protocole et pour fournir des résultats de mesure les plus précis possibles, assortis d'incertitudes ;
- dans l'utilisation des modèles pour prévoir, confronter les prévisions aux résultats expérimentaux et interpréter les écarts.

Articulation des programmes de première et de classe terminale

Synthèses chimiques

En classe de première, après une sensibilisation à l'impact environnemental de la chimie, des synthèses organiques sont réalisées et mises en relation avec la réactivité de quelques composés organiques. La problématique des rendements de synthèse et de la qualité des produits obtenus amène à étudier les principales techniques de séparation et de contrôle de pureté. Enfin, l'amélioration des synthèses est abordée à travers les aspects cinétiques des transformations.

En classe terminale, l'étude de l'optimisation des synthèses conduit à s'interroger sur les différentes méthodes permettant de dépasser les limitations thermodynamiques : modification des états d'équilibre par excès de réactif ou soutirage d'un produit, éloignement de l'équilibre par les transformations forcées, amélioration des rendements de

synthèse par changement de réactifs ou par utilisation de catalyseurs sélectifs. Quelques synthèses inorganiques sont proposées, au cours desquelles les complexes sont introduits. Les techniques de séparation et de purification portent sur les extractions (extraction par solvant et précipitation sélective) ; les modèles thermodynamiques y sont mis en œuvre dans le cadre de prévisions. Un passage au niveau microscopique permet d'initier les élèves à la modélisation des réactions par des mécanismes réactionnels afin de leur en donner des clés de lecture et de renforcer les notions de donneur et d'accepteur d'électrons.

Analyses physico-chimiques

En classe de première, l'analyse aborde des aspects qualitatifs relatifs aux tests d'identification et à l'analyse structurale, mais aussi des aspects plus quantitatifs avec la réalisation de dosages par étalonnage et une première approche des titrages, directs et indirects, avec des suivis colorimétrique, conductimétrique et pHmétrique.

En classe terminale, ces thématiques sont prolongées et d'autres sont introduites. La préparation des solutions complète la description de la composition des solutions ainsi que les problèmes liés à leur conservation. Les dosages par étalonnage permettent d'étudier de manière plus approfondie les mesures conductimétriques. Les dosages par titrage, quant à eux, sont enrichis par des titrages mettant en jeu des réactions de précipitation et des indicateurs colorés. Les capteurs électrochimiques constituent une nouvelle thématique qui permet d'aborder la notion d'électrode spécifique et d'analyse en temps réel.

Modalités

La structure du programme ne doit pas être perçue comme une entrave à la liberté pédagogique du professeur. Par exemple, l'optimisation du rendement d'une synthèse peut être étudiée en mettant en œuvre simultanément un dosage d'un type nouveau ; un temps étant consacré ensuite pour structurer les différentes notions étudiées.

Le professeur proposera un rythme et des activités d'apprentissage en articulation avec les enseignements obligatoires spécifiques « physique-chimie » et « chimie-biochimie-science du vivant ».

La présentation d'une chimie moderne au service des grandes causes sociétales et soucieuse de s'engager dans des démarches éco-compatibles peut permettre à la chimie de changer positivement et durablement la perception qu'en a la société, et en tout premier lieu les élèves.

Rendre les élèves acteurs de leurs apprentissages à travers questionnements et résolutions de problèmes en lien avec l'avenir de l'Homme apparaît de nature à éveiller leur curiosité, dynamiser leurs capacités inventives, solliciter leur imaginaire et leur donner envie de poursuivre plus avant leur formation scientifique en s'engageant dans des filières supérieures scientifiques.

Ainsi une approche la plus concrète possible des différentes thématiques constitue-t-elle un atout pour développer l'intérêt des élèves, mais aussi le développement progressif d'autonomie et d'initiatives dans la mise en œuvre des démarches scientifiques au laboratoire. Ceci est souhaité et souhaitable afin de garantir la réussite des élèves dans l'enseignement supérieur.

Des capacités techniques, mais aussi des capacités cognitives et des attitudes spécifiques à cette pratique doivent être acquises au laboratoire.

Synthèses chimiques

Du macroscopique au microscopique dans les synthèses

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|--|---|
| Échelle d'électronégativité et polarité des liaisons. | - Écrire les formules de Lewis des entités chimiques en faisant apparaître les charges et les charges partielles. |
| Nucléophilie, électrophilie et réactivité. | - Prévoir les déplacements électroniques possibles des sites nucléophiles vers les sites électrophiles. |
| Mécanismes réactionnels : - étapes d'un mécanisme ; | - Relier le formalisme des flèches représentant le déplacement de |

| | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - intermédiaires réactionnels ; - catalyseurs. | <p>doublets électroniques à la formation ou à la rupture de liaisons dans les étapes d'un mécanisme fourni.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Repérer, dans une étape du mécanisme, les réactifs nucléophile et électrophile à l'aide des déplacements des doublets électroniques. - Reconnaître dans un mécanisme une addition, une substitution, une élimination et une réaction acide-base. - Retrouver l'équation d'une réaction à partir d'un mécanisme la modélisant au niveau microscopique. - Identifier un catalyseur dans un mécanisme fourni. - Montrer qu'un catalyseur renforce le caractère nucléophile ou électrophile d'un site. |
| <p>Profils réactionnels.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Relier mécanisme et profil réactionnel : nombre d'étapes, intermédiaires réactionnels, étape cinétiquement déterminante, en comparant les énergies d'activation des différentes étapes. |

Des synthèses avec de meilleurs rendements

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|---|---|
| <p>Transformation spontanée et évolution d'un système vers un état d'équilibre. Augmentation du rendement de la synthèse d'un produit :</p> <ul style="list-style-type: none"> - pour une réaction de synthèse donnée par : <ul style="list-style-type: none"> . élimination d'un produit, . ajout d'un excès de réactif, . modification de la température ; - par changement d'un des réactifs ; - par limitation des réactions concurrentes : <ul style="list-style-type: none"> . chimiosélectivité, . régiosélectivité, . stéréosélectivité. | <ul style="list-style-type: none"> - Justifier le caractère spontané d'une transformation en comparant le quotient de réaction Q_r et la constante d'équilibre K. - Déterminer un rendement de synthèse. - Inventorier les paramètres qui permettent d'améliorer le rendement d'une synthèse. - Reconnaître, entre deux protocoles, le paramètre qui a été modifié et justifier son rôle sur l'évolution du rendement. - Proposer et mettre en œuvre un protocole pour illustrer une amélioration du rendement d'une synthèse. - Comparer des protocoles de synthèse et choisir le plus performant (rendement, coût, respect de l'environnement). |

Des synthèses forcées

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|---|---|
| <p>Électrolyse, électrosynthèse, photosynthèse.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Réaliser expérimentalement et interpréter quelques électrolyses, dont celle de l'eau. - Identifier expérimentalement ou à partir du schéma du circuit électrique |

| | |
|---|---|
| | <p>la cathode et l'anode d'un électrolyseur.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prévoir les réactions possibles aux électrodes, les couples mis en jeu étant donnés. - Identifier et/ou caractériser expérimentalement les espèces chimiques formées aux électrodes. - Écrire les équations des réactions aux électrodes connaissant les produits formés. |
| Transformation forcée : apport d'énergie et évolution hors équilibre du système. | <ul style="list-style-type: none"> - Distinguer le caractère forcé des électrolyses et des photosynthèses, du caractère spontané d'autres transformations, en comparant l'évolution du quotient de réaction par rapport à la constante d'équilibre. - Repérer la source d'énergie mise en œuvre dans une transformation forcée. |
| Bilan de matière lors d'une électrolyse. Applications courantes des électrolyses à la synthèse. | <ul style="list-style-type: none"> - Prévoir les quantités de produits formés dans des cas simples et confronter les prévisions du modèle aux mesures. - Déterminer le rendement d'une électrosynthèse. - Citer quelques applications courantes des électrolyses : synthèse de métaux, de produits minéraux et organiques, stockage d'énergie, analyse et traitement de polluants. - Analyser différentes voies de synthèses et montrer que l'électrolyse peut permettre de respecter quelques principes de la chimie verte (matières premières renouvelables, non-consommation de ressources fossiles, absence de sous-produits carbonés). |

Des synthèses inorganiques

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|---|--|
| <p>Synthèses inorganiques industrielles : aspects cinétiques, thermodynamiques, environnementaux.</p> <p>Un exemple de synthèse inorganique au laboratoire : la synthèse des complexes.</p> <p>Complexe, ion ou atome central, ligand, liaison.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Analyser un ou plusieurs procédés industriels de synthèse d'une même espèce chimique en s'appuyant sur les principes de la chimie verte : <ul style="list-style-type: none"> . matières premières, . sous-produits, . énergie, . catalyseur, . sécurité. - Reconnaître dans un complexe : l'ion ou l'atome central, le ou les ligands, le caractère monodenté ou polydenté du ligand. - Décrire l'établissement de la liaison entre l'ion ou l'atome central et le ou les ligands selon le modèle accepteur-donneur de doublet électronique. - Écrire l'équation de la réaction associée à la synthèse d'un complexe. |
| Réaction de formation d'un complexe : | <ul style="list-style-type: none"> - Suivre un protocole de synthèse d'un complexe. |

| | |
|---|--|
| - constante de formation globale d'un complexe, - synthèse et analyse d'un complexe. | - Déterminer, à l'aide d'un tableau d'avancement, le réactif limitant dans la synthèse d'un complexe et en déduire le rendement de la synthèse. - Proposer ou suivre un protocole mettant en œuvre l'analyse qualitative et quantitative d'un complexe. |
| Complexes inorganiques, bio-inorganiques. | - Extraire des informations pour illustrer des applications des complexes inorganiques et bio-inorganiques. |

Séparation et purification

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|---|---|
| Réaction de dissolution d'une espèce chimique dans l'eau. Solution saturée et notion de solubilité. Quotient de réaction et constante d'équilibre de dissolution. | - Illustrer expérimentalement la notion de solubilité. - Montrer que lors d'une dissolution le quotient de réaction Q_r évolue vers la constante d'équilibre K et qu'il ne peut l'atteindre que si la quantité d'espèce apportée est suffisante. - Associer solution saturée et système chimique à l'équilibre. |
| Solubilité d'une espèce chimique dans l'eau. | - Comparer et interpréter les solubilités de différentes espèces chimiques dans l'eau en termes d'interactions intermoléculaires et d'éventuelles réactions chimiques qu'elles engagent avec l'eau. |
| Paramètres influençant la solubilité d'une espèce chimique en solution aqueuse : - température ; - composition de la solution. | - À partir des caractéristiques de la réaction de dissolution d'une espèce chimique dans une solution aqueuse, prévoir les paramètres influençant sa solubilité (température, pH, ions communs). |
| Extraction d'une espèce chimique d'une phase aqueuse : - par dégazage ; - par solvant ; - par précipitation. | - Proposer un protocole pour extraire une espèce chimique dissoute dans l'eau. - Choisir un solvant pour extraire une espèce chimique et réaliser une extraction par solvant. - Proposer ou suivre un protocole pour extraire sélectivement des ions d'un mélange par précipitation. |
| Prévision de l'état final lors de la dissolution d'une espèce chimique dans l'eau. | - Prédire si la solution obtenue par dissolution d'une espèce chimique est saturée ou non en comparant Q_r et K . Confronter les prévisions du modèle de la transformation avec les observations expérimentales. |
| Séparation et développement durable. | - Extraire des informations pour justifier l'évolution des techniques de séparation et repérer celles qui s'inscrivent davantage dans le cadre du développement durable. |

Analyses physico-chimiques

Préparation de solutions

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|--|--|
| Solvant : eau distillée, eau permutée. - soluté : densité, titre massique, concentrations massique et molaire, toxicité ; . solution : stockage, rejet, recyclage. | <ul style="list-style-type: none">- Justifier la nécessité d'utiliser de l'eau distillée ou permutée dans le cadre des analyses en solution.- Analyser l'eau avant et après distillation, avant et après passage sur une résine échangeuse d'ions.- Préparer une solution aqueuse de concentration donnée à partir d'un solide ou d'une solution de concentration connue ou d'une solution de titre massique et de densité connus.- Déterminer la concentration d'une espèce chimique à partir du protocole de fabrication de la solution.- Adapter le mode d'élimination d'une solution à la tolérance admise dans les eaux de rejet.- Citer les paramètres d'influence sur le stockage de solutions : matériau du flacon, température, lumière. |

Analyses qualitative et structurale

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|--|--|
| Analyse qualitative : tests de reconnaissance, témoin. Analyse structurale : spectroscopie UV-visible, IR, RMN. | À l'aide de tables de données, de spectres ou de logiciels : <ul style="list-style-type: none">- Proposer un protocole d'analyse qualitative pour valider une hypothèse émise sur la présence d'une espèce chimique.- Exploiter des spectres UV-visible pour caractériser une espèce chimique et choisir une longueur d'onde d'analyse quantitative.- Identifier des groupes fonctionnels par analyse d'un spectre IR.- Relier un spectre de RMN à une molécule donnée. |

Dosage par étalonnage

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|---|---|
| Conductimétrie : conductance, conductivité, conductivité ionique molaire. | <ul style="list-style-type: none">- Proposer un protocole pour identifier les paramètres d'influence sur la conductance- Utiliser un conductimètre pour mesurer la conductivité d'une solution.- Concevoir un protocole et le mettre en œuvre pour comparer qualitativement des conductivités ioniques molaires d'anions et de cations : confronter les classements expérimentaux obtenus à ceux issus des tables de données. |

| | |
|---|---|
| | - Concevoir un protocole et le mettre en œuvre pour déterminer la concentration d'une solution inconnue par comparaison à une gamme d'étalonnage. |
| Dosage rapide par confrontation à une échelle de teintes : bandelettes et pastilles commerciales. | - Mettre en œuvre un protocole de dosage rapide et comparer ses avantages et ses inconvénients en termes d'efficacité et de justesse. |

Dosage par titrage

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|---|---|
| Réactions support de titrage : précipitation (suivi par conductimétrie). | - Proposer et réaliser un protocole de titrage mettant en jeu une réaction de précipitation suivie par conductimétrie. - Interpréter qualitativement l'allure de la courbe de titrage par suivi conductimétrique en utilisant des tables de conductivités ioniques molaires et en déduire le volume à l'équivalence du titrage. |
| Titrage avec indicateurs colorés Indicateur coloré acido-basique ; zone de virage. Choix d'un indicateur pour un titrage donné. Indicateur coloré de précipitation. | - Reconnaître expérimentalement et dans la description d'un protocole un indicateur coloré acido-basique. - Tracer le diagramme de prédominance des deux formes d'un indicateur coloré pour en déduire la zone de virage. - Justifier le choix d'un indicateur coloré pour un titrage donné à partir de la courbe de titrage pHmétrique et/ou des diagrammes de prédominance. - Proposer et réaliser un protocole de titrage mettant en œuvre un indicateur coloré. Repérer expérimentalement l'équivalence. Interpréter le comportement de l'indicateur dans le cas du titrage d'ions halogénure selon la méthode de Mohr. - Réaliser et exploiter un titrage d'ions halogénure selon la méthode de Mohr. |

Capteurs électrochimiques

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|---|---|
| Électrode. Potentiel d'électrode : électrode standard à hydrogène, électrode de référence, relation de Nernst, potentiel standard. Le potentiel d'électrode, un outil de prévision : - polarité et tension à vide (fem) des piles, | - Identifier, dans une pile, une électrode comme un système constitué par les deux membres d'un couple oxydant/réducteur et éventuellement d'un conducteur. - Relier le potentiel d'électrode à la tension à vide de la pile constituée par l'électrode et l'électrode standard à hydrogène (ESH). - Concevoir et mettre en œuvre un protocole pour déterminer un potentiel d'électrode à l'aide d'électrodes de référence. |

| | |
|--|---|
| <p>- sens spontané d'évolution d'un système, siège d'une réaction d'oxydo-réduction.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Déterminer expérimentalement les paramètres d'influence sur un potentiel d'électrode. - Concevoir et mettre en œuvre un protocole pour déterminer ou vérifier la relation entre le potentiel d'électrode et les concentrations des constituants du couple. |
| <p>Classement des oxydants et des réducteurs : échelles de potentiels, échelles de potentiels standards, relation entre différence des potentiels standards et caractère plus ou moins favorisé d'une transformation. Électrode spécifique, dosages par capteurs électrochimiques. Analyse en temps réel pour prévenir toutes pollutions et limiter les risques.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Écrire la relation de Nernst pour un couple donné. - Utiliser la relation de Nernst pour déterminer un potentiel d'électrode. - Prévoir, à l'aide des potentiels d'électrode, la polarité d'une pile, sa tension à vide (E_{em}) et son évolution lors de son fonctionnement et valider expérimentalement ces prévisions. - Prévoir le sens spontané d'évolution lors d'une transformation rédox à l'aide des potentiels d'électrode des couples mis en jeu et confronter expérimentalement le modèle. - Interpréter l'absence de l'évolution prévue pour un système en termes de blocage cinétique. - Comparer les pouvoirs oxydants (les pouvoirs réducteurs) d'espèces chimiques à l'aide d'une échelle de potentiels d'électrode. - Prévoir le caractère favorisé d'une transformation à l'aide d'une échelle de potentiels standards. - Identifier une électrode à un « capteur électrochimique » spécifique d'une espèce chimique. - Relier le potentiel d'une électrode spécifique d'une espèce chimique à sa concentration. - Concevoir et mettre en œuvre un protocole de dosage par étalonnage d'une espèce chimique à l'aide d'un capteur électrochimique. - Extraire des informations pour illustrer des applications historiques, actuelles et en développement des capteurs électrochimiques, notamment dans le cadre de mesures environnementales : mesures de traces d'éléments, dosage de gaz (polluants, sonde lambda), analyse en temps réel et transmission des données pour contrôle et régulation. |

Choix d'une technique d'analyse

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|---|--|
| <p>Critères de choix :</p> <ul style="list-style-type: none"> - coût ; - durée ; - justesse et fidélité ; - seuil de détection ; - discrimination de plusieurs espèces dans le cas d'un mélange. | <p>Choisir, parmi plusieurs techniques, la plus performante pour un critère donné (coût, durée, justesse et fidélité, seuil, discrimination de plusieurs espèces) en s'appuyant sur son principe, sa mise en œuvre et ses résultats expérimentaux pour une analyse donnée.</p> |

Systèmes et procédés

La complexité du monde actuel est une évidence ; elle apparaît distinctement aussi bien dans les phénomènes naturels, dont l'évolution est déterminée par des facteurs multiples et interdépendants, qu'à travers les réalisations technologiques contemporaines. Celles-ci résultent de la synergie de disciplines variées, de la contribution et du croisement de différents points de vue intégrant même les grands enjeux sociaux et économiques. Cette complexité exige que la formation scientifique des jeunes ne s'enferme pas dans des démarches analytiques et encyclopédiques attachées principalement à des objets et à des modèles standardisés ainsi qu'à des domaines de savoirs compartimentés. Cette formation doit s'ouvrir à des approches plus globales, plus synthétiques et plus intégratives, en se référant en permanence aux réalités constitutives de l'environnement immédiat. C'est assurément l'une des clés pédagogiques pour susciter chez les élèves l'intérêt, la curiosité et le désir d'apprendre mais aussi pour leur permettre de développer les compétences transversales dont ils auront besoin dans leurs vies professionnelle et personnelle.

À cet égard, l'organisation en thématiques des contenus des enseignements de tronc commun et de spécialité est destinée à favoriser une telle évolution dans le transfert des connaissances.

L'enseignement « systèmes et procédés » en classe terminale doit largement accompagner cette mutation. Il est conçu principalement pour répondre aux objectifs suivants :

- faire acquérir aux élèves des méthodes d'analyse permettant de mobiliser et d'organiser leurs connaissances afin d'appréhender les procédés physico-chimiques industriels et de laboratoire actuels et à venir, de façon à en garantir la pratique maîtrisée et optimale ;
- leur faire percevoir que les concepts et les modèles des sciences de la matière permettent de décrire le fonctionnement des réalisations technologiques contemporaines simples ou complexes et que leur connaissance a été essentielle pour les concevoir, les réaliser ou pour envisager des innovations ;
- leur montrer que la conception et la réalisation des systèmes et procédés ont le plus souvent impliqué des démarches de résolution de problèmes scientifiques, faisant ainsi progresser les savoirs ;
- leur donner une vision moins parcellisée et moins dispersée du savoir, les systèmes actuels et à venir nécessitant, de par leur complexité, une culture scientifique pluridisciplinaire beaucoup plus large et plus globale ;
- développer leurs compétences pour élaborer des modèles, pour expliquer, pour comprendre, pour prévoir et pour agir efficacement ;
- favoriser, à travers l'approche de la complexité du réel, des attitudes et des usages personnels et professionnels plus attentifs à la préservation de l'environnement, à la pluralité des points de vue, à la coopération et à la pluridisciplinarité.

Les **systèmes supports de cet enseignement** sont des dispositifs matériels **réels** d'usage public ou privé ou **didactisés**, caractérisés par leur fonction globale impliquant un ou plusieurs phénomènes physico-chimiques « internes ». Ils sont constitués d'éléments ou de parties en interaction concourant à la mise en œuvre optimisée de la fonction globale opérant sur la grandeur d'entrée (matière, énergie ou information) pour donner la grandeur de sortie. Les relations fonctionnelles d'entrée-sortie peuvent être des transformations qualitatives, des transformations quantitatives, des opérations de stockage, de transport, de tri, etc. On s'intéressera tout particulièrement aux performances et aux solutions scientifiques ayant favorisé des perfectionnements du système ou susceptibles d'amener des innovations, en croisant différents points de vue : coût, rendement, protection de l'environnement, acceptabilité sociale, etc. Des comparaisons entre systèmes remplissant la même fonction peuvent être très fécondes pour remobiliser les compétences et exercer l'esprit critique.

Pour atteindre les objectifs visés par cet enseignement, les élèves sont mis en présence de **systèmes réels ou didactisés**, finalisés et conçus pour assurer une ou des fonction(s) déterminée(s) à travers la mise en œuvre d'un ou de plusieurs procédé(s) physico-chimique(s) ; leur conception a, le plus souvent, obligé à résoudre un (ou des problèmes), scientifique(s) et technologique(s) spécifique(s). Ils sont utilisés dans la « vie réelle » : dans les laboratoires, dans les industries de procédés, dans les activités personnelles ou de services, etc. Ils doivent donner

lieu, au laboratoire du lycée, à des activités expérimentales de physique et de chimie réalisées par les élèves et à des synthèses collectives permettant la structuration des connaissances.

Organisation de l'enseignement

L'enseignement est développé à partir de quelques systèmes en usage dans l'espace public ou dans la sphère privée, choisis en début d'année scolaire par l'équipe pédagogique comme supports d'apprentissage.

Tout en cherchant prioritairement à exploiter les ressources matérielles de l'établissement, l'équipe ne devra pas aller au-delà d'un nombre de six systèmes différents étudiés dans l'année scolaire. De plus, les interactions avec l'environnement socio-économique de l'établissement doivent permettre de disposer de supports matériels pertinents, récents et bien documentés.

Néanmoins, il pourra se faire que, pour de multiples raisons, les systèmes envisagés ne puissent être physiquement disponibles au laboratoire ; le dossier scientifique remis aux élèves, fil directeur de l'étude, devra, dans ce cas, être suffisamment documenté, notamment sur le plan scientifique et technologique, pour les aider à se construire une représentation aussi proche que possible de la réalité tout en ouvrant sur des activités concrètes de laboratoire. Des visites de laboratoires et d'entreprises viendront compléter utilement la formation.

Le système

Quand le système est présent dans l'établissement sous sa forme réelle - industrielle ou de laboratoire ou didactisée -, une première approche globale sera envisagée afin de définir dans un premier temps les principales caractéristiques du système :

- fonction(s) globale(s) réalisée(s) ;
- grandeurs ou flux d'entrée et de sortie ;
- principales performances attendues ;
- dimensions économique et sociétale.

Si le système le permet, une analyse progressive de son fonctionnement, en s'appuyant sur le système lui-même, pourra être conduite parallèlement à des études sur maquettes ou sur montages.

Quand le système n'est pas présent dans l'établissement, un travail préliminaire sur le dossier scientifique permettra de dégager ses principales caractéristiques.

Une analyse progressive du fonctionnement sur le système lui-même pourra être conduite parallèlement à des études sur maquettes ou sur des montages.

Du système aux procédés

À partir des éléments constitutifs du système, on dégagera progressivement les concepts et les modèles physiques ou chimiques correspondant aux opérations mises en œuvre dans le système étudié en se gardant de tout développement théorique qui ne se justifierait pas. Les notions seront apportées au fur et à mesure de leurs besoins. Dans certains cas, l'analyse ne pourra donc être prolongée jusqu'au niveau le plus fin.

Ce sera l'occasion de réinvestir des notions déjà rencontrées dans les autres parties des programmes de la série STL, tant au niveau de la classe de première qu'au niveau de la terminale. Ce sera aussi l'occasion d'introduire de nouvelles notions nécessaires à la compréhension du fonctionnement du système.

L'usage d'outils mathématiques qui ne seraient pas au programme de cette série est proscrit.

L'équipe pédagogique de sciences physiques et chimiques devra s'efforcer de trouver un juste équilibre entre plusieurs critères :

- la disponibilité locale de systèmes et leur pertinence ;
- la diversité des procédés ;
- la diversité des domaines scientifiques explorés au travers des systèmes étudiés : pré-requis et compléments scientifiques compatibles avec les contraintes (durée à consacrer, adaptation au niveau de la classe terminale, outils et matériels nécessaires, etc.).

L'ensemble des notions et contenus nouveaux et des capacités complémentaires à faire acquérir lors de cet enseignement est précisé dans le tableau « **Capacités complémentaires à celles des autres programmes** ». Ce

tableau définit les limites qu'il faut donner à la formation en termes de capacités à maîtriser par les élèves à la fin de la scolarité.

Le programme propose cinq exemples. Ils donnent des indications sur le choix des systèmes étudiés et sur l'articulation avec les différentes notions du programme.

Ils sont structurés de la manière suivante :

- une brève description du procédé étudié ;
- les notions déjà étudiées dans les différents programmes de la série STL (« physique-chimie » en première et en terminale (première PC et terminale PC), « mesures et instrumentation » (MI), « sciences physiques et chimiques en laboratoire » en première et en terminale (première PCL et terminale PCL), etc.) ;
- les nouvelles notions nécessaires pour l'étude du procédé.

Tout autre système et tout autre procédé permettant d'aborder les capacités complémentaires à celles des autres programmes et revêtant une réalité dans les espaces public ou privé peuvent être choisis par les équipes pédagogiques.

Si l'ensemble des notions à introduire doit être couvert, il est par ailleurs souhaitable qu'elles soient communes à plusieurs procédés afin de permettre aux élèves de les réinvestir dans des contextes différents.

Capacités exigibles complémentaires à celles du tronc commun

Thermodynamique

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|--|---|
| Transfert d'énergie d'une source froide à une source chaude. Transfert d'énergie sous forme de travail et de chaleur. Modèle du gaz parfait. Premier principe et second principe de la thermodynamique. | <ul style="list-style-type: none">- Pour une pompe à chaleur, un climatiseur ou un réfrigérateur : décrire le principe de fonctionnement ; identifier les transferts d'énergie mis en jeu et réaliser le bilan énergétique.- Citer l'influence de la différence de température des deux sources sur le coefficient de performance d'une pompe à chaleur ou d'un climatiseur.- Distinguer un échange d'énergie par travail et par transfert thermique.- Expliquer comment une compression ou une détente augmente ou abaisse la température d'un gaz.- Appliquer le principe de conservation de l'énergie à une machine ditherme.- Énoncer le second principe de la thermodynamique comme l'impossibilité d'un transfert thermique spontané d'une source froide vers une source chaude.- Énoncer et exploiter, dans le cadre du second principe, la relation entre les énergies échangées par transferts thermiques et les températures des sources pour une machine ditherme.- Définir, exprimer et calculer le rendement ou l'efficacité d'une machine thermique.- Distinguer le coefficient de performance d'une machine thermique de son efficacité thermodynamique. |
| Irréversibilité. | <ul style="list-style-type: none">- Identifier des causes d'irréversibilité. |
| Flux thermique en régime permanent. | <ul style="list-style-type: none">- Déterminer expérimentalement le flux thermique échangé par les fluides |

| | |
|---------------------------------------|---|
| Échangeur thermique. | <p>dans un échangeur liquide-liquide.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Évaluer à partir de données expérimentales le coefficient global d'échange. |
| Phénomènes de transport. | <ul style="list-style-type: none"> - Mettre en évidence expérimentalement le phénomène de diffusion. - Mettre en évidence expérimentalement l'influence de la température sur la diffusion. - Mettre en évidence expérimentalement l'effet de la masse molaire moléculaire des espèces sur la diffusion. |
| Diagrammes binaires. Distillation. | <ul style="list-style-type: none"> - Réaliser et légender le tracé d'un diagramme isobare d'équilibre liquide-vapeur d'un mélange binaire à partir des courbes d'analyse thermique et de la composition des phases liquide et gaz. - Exploiter un diagramme isobare d'équilibre liquide-vapeur pour identifier le composé le plus volatil et reconnaître la présence d'un azéotrope. - Dédurre d'un diagramme isobare d'équilibre liquide-vapeur, la composition des premières bulles de vapeur formées. - Prévoir la nature du distillat et du résidu d'une distillation fractionnée avec ou sans azéotrope. - Analyser par réfractométrie la composition d'un mélange à partir d'une courbe d'étalonnage. - Identifier les paramètres agissant sur le pouvoir séparateur des colonnes. - Expliquer l'intérêt à réaliser une distillation sous pression réduite. - Identifier dans un système complexe les éléments constituant la distillation. |

Mécanique des fluides

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|--|---|
| <p>Conservation de l'énergie. Fluide incompressible en mouvement. Puissance hydraulique. Pertes de charge.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Énoncer et exploiter la loi de conservation de l'énergie d'un fluide incompressible en mouvement. - Déterminer expérimentalement l'influence de quelques paramètres sur les pertes de charge : vitesse d'écoulement, longueur et section de la canalisation, singularités. |

Énergie électrique

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|--|---|
| <p>Modèle d'un dipôle actif, limitation du modèle. Caractéristique d'un générateur. Caractérisation physique des</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Déterminer expérimentalement la caractéristique d'un générateur. - Visualiser une représentation temporelle d'une tension électrique, d'une intensité électrique en régime périodique et en analyser les caractéristiques. - Visualiser une représentation temporelle de la puissance instantanée |

| | |
|---|---|
| grandeurs liées au transport de l'énergie électrique. | <p>consommée ou fournie par un dipôle en régime périodique et mesurer sa valeur moyenne.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Distinguer puissance moyenne et puissance instantanée. - Interpréter les données fournies par un analyseur d'énergie électrique industriel. |
| Conversion statique de l'énergie électrique. | <ul style="list-style-type: none"> - Énoncer et exploiter la loi de conservation de l'énergie pour un convertisseur statique idéal. - Associer l'onduleur à un convertisseur continu-alternatif. - Associer le redresseur à un convertisseur alternatif-continu. |

Traitement du signal

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|--|---|
| <p>Modèle d'un dipôle actif, limitation du modèle.</p> <p>Caractéristique de transfert statique d'un capteur.</p> <p>Conditionneur de capteur.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Déterminer expérimentalement la caractéristique de transfert statique d'un capteur. - Visualiser la réponse temporelle d'un capteur. - Déterminer le temps de réponse d'un capteur. - Visualiser et exploiter la caractéristique de transfert d'un ensemble capteur-conditionneur. |
| <p>Filtrage et amplification de tension.</p> <p>Gabarit.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Exploiter la courbe du coefficient d'amplification en fonction de la fréquence d'un amplificateur pour déterminer ses limites d'utilisation. - Dédire les propriétés d'un filtre de la courbe représentant le coefficient d'amplification en fonction de la fréquence. - Proposer un gabarit de filtre pour répondre à un cahier des charges. |
| <p>Numérisation d'une tension.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Citer les caractéristiques utiles d'un CAN : nombre de bits, quantum, fréquence de conversion. |

Contrôle et régulation

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|---|--|
| <p>Aspect fonctionnel.</p> <p>Boucle de régulation.</p> <p>Schéma fonctionnel, chaînes d'action et de retour, correcteur.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Identifier, nommer et connaître la fonction des éléments constitutifs d'une boucle de régulation. - Établir le schéma fonctionnel d'une boucle de régulation. - Citer la nature des signaux d'interconnexion des éléments constitutifs des chaînes d'action et de retour ainsi que les valeurs normalisées les plus courantes. |

| | |
|---|---|
| Grandeurs fonctionnelles : grandeurs réglées, réglantes et perturbatrices. | <ul style="list-style-type: none"> - Identifier les grandeurs fonctionnelles d'une boucle de régulation. - Placer les grandeurs fonctionnelles sur un schéma fonctionnel. |
| Caractéristiques statiques et dynamiques. Systèmes stable et instable. | <ul style="list-style-type: none"> - Citer les définitions d'un système stable ou instable. |
| Caractéristique statique : gain statique ; point de fonctionnement. | <ul style="list-style-type: none"> - Tracer et exploiter la caractéristique statique d'un procédé stable. Calculer, au point de fonctionnement, le gain statique. - Mettre en évidence expérimentalement le déplacement du point de fonctionnement quand la perturbation varie. |
| Caractérisation des modèles comportementaux : caractéristiques dynamiques des procédés, comportement autour d'un point de fonctionnement. | <ul style="list-style-type: none"> - Différencier le comportement des systèmes par leur réponse à un échelon de commande. - Déterminer les paramètres intrinsèques des procédés : <ul style="list-style-type: none"> . pour un système stable : le gain statique, la constante de temps, le temps mort, . pour un système instable ou intégrateur : le gain dynamique et le temps mort. |
| Régulation à action discontinue (TOR). | <ul style="list-style-type: none"> - Tracer et exploiter l'évolution des grandeurs à partir d'une consigne fixe pour les régulations TOR à un seuil et à deux seuils de basculement. |
| Régulation à action continue (PI) : critères de performance d'une boucle d'asservissement ou de régulation : - précision ; - rapidité ; - amortissement. | <ul style="list-style-type: none"> - Mesurer les critères de performance en boucle fermée, autour d'un point de fonctionnement, suite à un échelon de consigne : <ul style="list-style-type: none"> . l'écart statique, . le temps de réponse à 5 %, . la valeur du 1er dépassement. - En asservissement et en régulation, pour un échelon de consigne ou de la perturbation : <ul style="list-style-type: none"> . Mettre en évidence expérimentalement l'influence du gain sur l'écart statique, le temps de réponse à 5 % et le dépassement pour une correction proportionnelle. . Mettre en évidence expérimentalement l'influence d'une correction intégrale sur l'écart statique, le temps de réponse à 5 % et le dépassement. - Comparer l'intérêt relatif d'une régulation à action discontinue et d'une régulation à action continue (avec correcteur PID) dans un contexte donné. |

Matériaux

| Notions et contenus | Capacités exigibles |
|---------------------|---------------------|
|---------------------|---------------------|

| | |
|---|---|
| Familles de matériaux. | - Différencier les grandes familles de matériaux (céramiques, métaux et alliages, verres, matières plastiques, composite, matériaux naturels, etc.). |
| Propriétés physico-chimiques des matériaux. | - Citer quelques propriétés physiques et chimiques d'un matériau utilisé dans un système : résistance mécanique, tenue en température et inertie chimique, densité, dureté, conductivités, porosité et état de surface, perméabilité, propriétés optiques. |
| Choix du matériau. | - Proposer, en argumentant à partir d'une documentation, un matériau adapté à une partie d'un système donné, en fonction d'un cahier des charges (propriétés d'usage, capacités de durabilité, durée de vie, recyclage, impact économique, impact environnemental et sociétal). |

Annexe

Exemple 1 : production autonome d'électricité

Système étudié : installation photovoltaïque

| | |
|---------------------|----------------------|
| Entrée : | Sortie : |
| Rayonnement solaire | Puissance électrique |

Besoins : alimentation autonome en électricité

| Fonctions | Notions et contenus des programmes | Notions et contenus complémentaires |
|---|---|-------------------------------------|
| Capture de l'énergie solaire | Coefficient de transmission énergétique (Tale PCL) | Matériaux |
| Conversion de l'énergie solaire en énergie électrique | Spectre de la lumière du soleil, longueur d'onde (1ère PCL + 1ère PC) Énergie et puissance électriques (1ère PC) | Caractéristique d'un générateur |
| | Effet photovoltaïque Interaction rayonnement matière (1ère PCL) Énergie d'un photon (1ère PCL + Tale PC) Conversion photovoltaïque (Tale PC) Mesure de flux lumineux (1ère PC et 1ère PCL) Photo détecteurs (1ère PCL) | |

| | | |
|--|--|--------------------------|
| Stockage de l'énergie | Transformations chimiques et transformation d'énergie électrique (Tale PC) Piles, accumulateurs, piles à combustibles (Tale PC) | |
| Régulation de la puissance fournie à la batterie par la cellule | Loi des nœuds et lois des mailles (1ère PC) | Régulation |
| Conversion statique de l'énergie électrique (continu alternatif) | Énergie et puissance électrique (1ère PC) Bilan énergétique (1ère et Tale PC) | Convertisseurs statiques |
| Surveillance et mise en sécurité de la batterie | Chaîne de mesure (MI) | |

Exemple 2 : chauffage

Système étudié : installation domestique utilisant une pompe à chaleur. Exemple de la pompe à chaleur air/eau, technologie « fluides intermédiaires »

| | |
|--|------------------------------------|
| Entrée : | Sortie : |
| énergie interne de l'air extérieur et énergie électrique | énergie interne de l'air intérieur |

Besoin : maintien de la température dans un espace de volume donné

| Fonction | Notions et contenus des programmes | Notions et contenus complémentaires |
|--|--|--|
| Transfert thermique entre deux fluides Stockage d'énergie | Énergie interne et température, capacité thermique massique (1ère PC) Mesure de pression (MI) Mesure de température (MI) Transformations physiques et effets thermiques associés : transfert thermique et changement d'état (Tale PC) Changements d'états d'un fluide (Tale PC). | Transfert d'énergie d'une source froide à une source chaude Transfert d'énergie sous forme de travail et de chaleur, cycle, efficacité Premier principe et second principe de la thermodynamique Modèle du gaz parfait Irréversibilité |
| Échange thermique | Mesure de température (MI) Convection et conduction (1ère PC) | Flux thermique en régime permanent |

| | | |
|--|---|---|
| Ventilation | | Échangeur thermique |
| Circulation d'un fluide | Écoulement stationnaire Loi de conservation de la masse, fluide parfait et incompressible (Tale PC) Mesures de débit (MI) | Fluide incompressible en mouvement Puissance hydraulique Pertes de charge |
| Maintien en température d'une enceinte | Bilan thermique expérimental d'une enceinte (1ère PC) | |
| Conversion de l'énergie électrique | Moteur et compresseur (Tale PC) Puissance absorbée, puissance utile, rendement (Tale PC) Convertisseur électromécanique (Tale PC) | |
| Régulation de température | Mesure de température, capteur de température (MI) Chaîne de traitement (MI) | Système bouclé TOR |

Exemple 3 : séparation de constituants chimiques

Système étudié : distillateur

| Entrée : | Sortie : | |
|---|---|-------------------------------------|
| liquide(s) à distiller | distillat purifié et résidu de distillation | |
| Besoin : obtention d'un ou plusieurs composés chimiques | | |
| Fonctions | Notions et contenus des programmes | Notions et contenus complémentaires |
| Chauffage d'un mélange | Énergie et puissance électrique (1ère PC) Énergie électrique et effet Joule (1ère PC) Solvant, soluté, concentration (2de, 1ère PCL) Changement d'état (liquide-vapeur) (Tale PC) Bilan thermique d'une enceinte en régime stationnaire (1ère PC) | |
| Séparation de constituants | Distillation (1ère PCL) | Diagrammes binaires |

| | | |
|--|--|---|
| Refroidissement du distillat | Transferts thermiques (PC) Changement d'état (vapeur-liquide) (Tale PC) Puissance thermique (1ère PC) Rendement thermique (Tale PC) | |
| Contrôle et régulation de la température | Énergie interne, température (1ère PC) Mesure de température (MI) | Boucle de régulation Régulation à action discontinue (TOR) |
| Contrôle et régulation des débits d'eau de refroidissement et de distillat | Écoulement stationnaire (Tale PC) Débit volumique et massique (Tale PC) | Boucle de régulation Régulation à action continue |

Exemple 4 : production autonome d'électricité avec une pile à combustible

Système étudié : pile à combustible

| | |
|---|--------------------|
| Entrée : | Sortie : |
| Réactifs Hydrogène et oxygène (air) ou Méthanol et oxygène (air) | Énergie électrique |

Besoin : fournir une puissance électrique sous une tension donnée

| Fonction | Notions et contenus des programmes | Notions et contenus complémentaires |
|--|--|--|
| Stockage des réactifs Stockage de l'hydrogène Stockage du méthanol | Mesure de pression (MI ; Tale PC) Mesure de volume (MI) Analyse des risques (1ère PC) | Modèle du gaz parfait |
| Humidification des gaz à l'entrée | États de la matière. Transfert thermiques et changements d'état. Transformations physiques et effets thermiques (Tale PC) | Régulation |
| Détente et compression des gaz | Mesure de pression (MI) Mesure de débit (MI ; Tale PC) Débit volumique (Tale PC) | Régulation de pression et de débit (continue et discontinue) |

| | | |
|--|---|--|
| Conversion d'énergie chimique en énergie électrique | Transformation chimique et transfert d'énergie sous forme électrique (Tale PC) Piles à combustible (Tale PC) Catalyseurs (Tale PC) | Propriétés physico-chimiques des matériaux Puissance moyenne et puissance instantanée |
| Régulation de la température de l'empilement des modules | Bilan thermique expérimental d'une enceinte (1ère PC) Mesure de température (MI ; 1ère PC) | Régulation |
| Régulation de tension | Mesure de tension, capteur de courant (MI) Tension et intensité électriques dans un circuit en régime continu (1er PC) Conditions d'utilisation optimales d'une batterie (Tale PC) Chaîne de traitement (MI) | Caractéristique d'un générateur Système bouclé Régulation |

Exemple 5 : obtention d'eau douce

Système réel étudié : osmoseur pour la plaisance

| | |
|------------|-----------|
| Entrée : | Sortie : |
| eau de mer | eau douce |

Besoin : quantité quotidienne d'eau douce

| Fonction | Notions et contenus des programmes | Notions et contenus complémentaires |
|--|---|---|
| Pompage et mise sous pression de l'eau de mer | Énergie et puissance électrique (1ère PC) Puissance absorbée, puissance utile, rendement d'un convertisseur électromécanique (Tale PC) Rendement, débit volumique (Tale PC) | Fluide incompressible en mouvement, conservation de l'énergie d'un fluide incompressible en mouvement Puissance hydraulique Conservation de l'énergie Pertes de charge |
| Prétraitements de l'eau (réduction du colmatage de la membrane et de la formation de précipités) | Nanomatériaux (1ère et Tale PC) Filtration (1ère PCL) Réactions de précipitation (Tale PCL) Polymères (1ère PC) Solubilité, polarité (Tale PC) | Matériaux : propriétés physicochimiques, choix |

| | | |
|---|--|--|
| Diffusion au travers d'une membrane semi-perméable | Solvant, soluté, dissolution, concentration, dilution (2de, 1ère PCL) Séparation et purification (1ère PCL) Pression dans un fluide (2de, Tale PC) Polymères (1ère PC) Pression dans un fluide (2de, Tale PC) Écoulement d'un fluide, débit (Tale PC) | Phénomènes de transport |
| Contrôle en ligne des concentrations dans le perméat | Conductimétrie (1ère et Tale PCL) Écoulement d'un fluide, débit (Tale PC) | Fluide incompressible en mouvement |
| Récupération de l'énergie hydraulique du concentrat (turbopompes, turbines, échangeurs de pression) | | Puissance hydraulique Conservation de l'énergie Pertes de charge |

Enseignement de mathématiques de la série sciences et technologies du design et des arts appliqués - classe terminale

NOR : MENE1121669A

arrêté du 2-8-2011 - J.O. du 26-8-2011

MEN - DGESCO A3-1

Vu code de l'éducation ; arrêté du 27-5-2010 ; avis du Comité interprofessionnel consultatif du 1-7-2011 ; avis du CSE du 7-7-2011

Article 1 - Le programme de l'enseignement de mathématiques en classe terminale de la série sciences et technologies du design et des arts appliqués est fixé conformément à l'annexe du présent arrêté.

Article 2 - Les dispositions du présent arrêté entrent en application à la rentrée de l'année scolaire 2012-2013.

Article 3 - Le directeur général de l'enseignement scolaire est chargé de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait le 2 août 2011

Pour le ministre de l'éducation nationale, de la jeunesse et de la vie associative
et par délégation,
Le directeur général de l'enseignement scolaire,
Jean-Michel Blanquer

Annexe

 Programme

Annexe**Programme d'enseignement de mathématiques
Classe terminale de la série technologique STD2A**

L'enseignement des mathématiques au collège et au lycée a pour but de donner à chaque élève la culture mathématique indispensable à sa vie de citoyen et les bases nécessaires à son projet de poursuite d'études.

Le cycle terminal de la série STD2A permet l'acquisition d'un bagage mathématique qui favorise une adaptation aux différents cursus accessibles aux élèves, en développant leurs compétences mathématiques liées aux enseignements technologiques et aux arts appliqués. Ce bagage ne saurait se limiter à l'apprentissage d'une liste de « recettes » dépendantes de contextes spécifiques ; bien au contraire, il s'insère dans un élargissement culturel dont les élèves auront besoin pour aborder l'enseignement supérieur dans de bonnes conditions.

L'apprentissage des mathématiques cultive des compétences qui facilitent une formation tout au long de la vie et aident à mieux appréhender une société en évolution. Au-delà du cadre scolaire, il s'inscrit dans une perspective de formation de l'individu.

Objectif général

Outre l'apport de nouvelles connaissances, le programme vise le développement des compétences suivantes :

- mener des raisonnements ;
- acquérir et développer une compréhension raisonnée des objets dans le plan et dans l'espace ;
- mener une réalisation avec précision, netteté et de façon autonome ;
- avoir une attitude critique vis-à-vis des résultats obtenus ;
- communiquer à l'écrit et à l'oral.

Mise en œuvre du programme

Le programme s'en tient à un cadre et à un vocabulaire théorique modestes, mais suffisamment efficaces pour l'étude de situations usuelles et assez riches pour servir de support à une formation solide.

Les enseignants de mathématiques doivent établir des liens forts entre la formation mathématique et les formations dispensées dans les enseignements en arts appliqués et en sciences physiques et chimiques. Ces liens doivent permettre de :

- prendre appui sur les situations rencontrées dans les enseignements d'arts appliqués et de sciences physiques et chimiques ;
- connaître les logiciels qui y sont utilisés et l'exploitation qui peut en être faite pour illustrer les concepts mathématiques ;
- prendre en compte les besoins mathématiques des autres disciplines.

La collaboration avec les enseignements en arts appliqués est en particulier attendue à propos de diverses situations étudiées dans le programme ; les courbes, les polygones réguliers, frises, solides et leurs représentations en perspectives fournissent de telles occasions.

Utilisation d'outils logiciels

L'utilisation de logiciels enrichit l'enseignement en permettant l'accès à la visualisation et à la construction de différents objets difficilement accessibles par d'autres moyens. Les possibilités de déplacement et d'animation des objets, comme le changement des angles de vue, permettent de développer très efficacement la compréhension et la vision de l'espace.

Ces outils sont largement utilisés dans les domaines professionnels, ce qui modifie le rapport des utilisateurs aux mathématiques. Les compétences mathématiques prennent de l'importance dans ce contexte.

L'utilisation de ces outils doit intervenir selon trois modalités :

- par le professeur, en classe, avec un dispositif de visualisation collective ;
- par les élèves, sous forme de travaux pratiques de mathématiques ;
- dans le cadre du travail personnel des élèves hors de la classe.

La maîtrise de ces outils nécessite une pratique régulière.

Raisonnement et langage mathématiques

L'acquisition et la maîtrise du vocabulaire et du langage mathématiques dans les domaines liés à la géométrie participent à la familiarisation avec les codes descriptifs et perspectifs qui sont en usage en arts appliqués.

En prolongement du programme de Seconde, les capacités d'argumentation et de logique font partie intégrante des exigences du cycle terminal mais sont spécifiquement adaptées au contexte de la filière STD2A ; en particulier, les concepts et méthodes relevant de la logique mathématique s'insèrent naturellement dans les activités d'analyse et de construction graphiques.

Diversité de l'activité de l'élève

Les activités proposées en classe et hors du temps scolaire prennent appui sur la résolution de problèmes essentiellement en lien avec d'autres disciplines. Il convient de privilégier une approche des notions nouvelles par l'étude de situations concrètes. L'appropriation des concepts se fait d'abord au travers d'exemples avant d'aboutir à des développements théoriques, à effectuer dans un deuxième temps. De nature diverse, les activités doivent entraîner les élèves à :

- chercher, expérimenter, modéliser, en particulier à l'aide d'outils logiciels ;
- choisir et appliquer des techniques de calcul ;
- analyser, représenter et créer des objets ou des scènes du plan et de l'espace ;
- raisonner et interpréter, valider, exploiter des résultats ;
- expliquer oralement une démarche, communiquer un résultat par oral ou par écrit.

Des éléments d'histoire des mathématiques, des arts et des techniques peuvent s'insérer dans la mise en œuvre du programme. Connaître le nom de quelques savants célèbres, la période à laquelle ils ont vécu et leur contribution fait partie intégrante du bagage culturel de tout élève ayant une formation scientifique et technologique. Situer une invention dans le temps et la relier à d'autres éléments de l'histoire des sciences, des arts et de la pensée sont nécessaires pour permettre aux élèves de faire face aux exigences des études supérieures en matière culturelle.

Les travaux hors du temps scolaire sont impératifs pour soutenir les apprentissages des élèves. Fréquents, de longueur raisonnable et de nature variée, ces travaux sont essentiels à la formation des élèves. Ils sont conçus de façon à prendre en compte la diversité des aptitudes des élèves.

Les modes d'évaluation prennent également des formes variées, en phase avec les objectifs poursuivis. En particulier, l'aptitude à mobiliser l'outil informatique pour l'analyse et la réalisation d'objets du plan et de l'espace est à évaluer.

Organisation et objectifs du programme de la classe terminale

Le programme fixe les objectifs à atteindre en termes de capacités. Il est conçu pour favoriser une acquisition progressive des notions et leur pérennisation. Son plan n'indique pas la progression à suivre, cette dernière devant s'adapter aux besoins des autres enseignements.

Ce programme s'inscrit dans la continuité du programme de la classe de première et conserve donc un lien fort avec les autres enseignements disciplinaires.

Ce programme vise à :

- enrichir le contenu du programme de la classe de première en apportant de nouveaux outils et méthodes tels que les fonctions dérivées ou la perspective centrale ;
- élargir le champ d'application de certaines notions étudiées en l'adaptant à de nouveaux contextes. On envisage des fonctions polynômes de degré trois ; l'étude des pavages complète celle des frises et le produit scalaire s'étend à l'espace.

Des allers et retours entre observation et création induisent des phases de modélisation et de conception graphique tout en maintenant la diversité de l'activité de l'élève.

1. Analyse

Le programme d'analyse vise à doter les élèves d'outils mathématiques permettant d'étudier des problèmes relevant de la modélisation de phénomènes continus et de la conception graphique, notamment en lien avec les enseignements de sciences physiques et chimiques ainsi que de design et arts appliqués. Cette partie est organisée selon trois objectifs principaux :

- *Étendre l'ensemble des fonctions de référence.* On introduit et exploite de nouvelles fonctions de référence, en particulier pour faciliter l'étude de situations liées au dessin et au traitement d'images. On veille à s'appuyer sur des registres différents : algébrique, graphique, numérique, géométrique.
- *Exploiter l'outil « dérivation ».* L'acquisition du concept de fonction dérivée est un point important du programme de terminale. Les fonctions étudiées sont toutes régulières.
- *Poursuivre l'étude des problèmes de raccordements de courbes.* L'idée est de mobiliser les connaissances sur les fonctions pour résoudre des problèmes de raccordement dans le cadre du design.

En lien avec les enseignements de design et arts appliqués, l'appropriation des connaissances sur les fonctions se fait essentiellement à partir d'un travail sur les représentations graphiques. Inversement, ces connaissances s'avèrent être un outil efficace dans la conception graphique.

Fonctions de référence

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|---|--|--|
| <p>Fonction cube.</p> <p>Fonctions puissances $x \mapsto x^a$ définies sur $]0; +\infty[$, avec $a > 0$.</p> <p>Fonction $x \mapsto 10^x$.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Connaître la représentation graphique de la fonction cube. • Utiliser les propriétés opératoires des puissances, notamment pour résoudre une équation de la forme $x^a = k$ avec $k > 0$. • Connaître l'allure de la courbe représentative de $x \mapsto x^a$ suivant la position de a par rapport à 1. • Connaître la courbe représentative de la fonction $x \mapsto 10^x$. • Utiliser la propriété opératoire $10^{a+b} = 10^a \times 10^b$. | <p>On prépare les études de raccordement en présentant quelques exemples de courbes représentatives de fonctions polynômes de degré trois.</p> <p>L'introduction des puissances non entières est faite à l'aide des Tice, grâce à la touche \wedge de la calculatrice ou au curseur d'un logiciel. On remarque que les propriétés opératoires des puissances entières s'étendent aux puissances non entières.</p> <p>Il est pertinent de prendre l'exemple fourni par l'utilisation des fonctions puissances en traitement d'images.</p> <p>On fait le lien entre les courbes représentatives des fonctions $x \mapsto x^a$ et $x \mapsto x^{\frac{1}{a}}$.</p> <p>L'étude de cette fonction est menée à l'aide des Tice.</p> |
| <p>Fonction logarithme décimal.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Connaître la courbe représentative de la fonction logarithme décimal. • Utiliser la propriété opératoire $\log(ab) = \log(a) + \log(b)$. • Passer de $\log(x) = a$ à $x = 10^a$ et inversement. • Transformer une série de données à l'aide de la fonction logarithme décimal afin de faciliter son étude. | <p>Pour tout nombre $b > 0$, $\log(b)$ est défini comme l'unique solution de l'équation $10^x = b$.</p> <p>On fait le lien entre les courbes représentatives des fonctions $x \mapsto 10^x$ et $x \mapsto \log(x)$.</p> <p>En lien avec les autres disciplines, on illustre l'utilisation de la fonction logarithme décimal, par exemple pour mesurer une intensité sonore ou exploiter un histogramme d'intensité des pixels d'une image.</p> |

Dérivation

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|--|--|---|
| <p>Fonction dérivée.</p> <p>Dérivée des fonctions de référence : $x \mapsto x$, $x \mapsto x^2$, $x \mapsto x^3$, $x \mapsto \frac{1}{x}$ et $x \mapsto \sqrt{x}$.</p> <p>Dérivée d'une somme de deux fonctions et du produit d'une fonction par un nombre réel.</p> <p>Sens de variation d'une fonction.</p> <p>Extremum d'une fonction.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Calculer la dérivée d'une fonction simple. • Faire le lien entre le signe de la dérivée et le sens de variation d'une fonction. • Exploiter le tableau de variation d'une fonction f pour obtenir un éventuel extremum de f. | <p>La notion de fonction dérivée est introduite en s'appuyant sur les connaissances de première qui sont réinvesties.</p> <p>On évite tout excès de technicité dans les calculs de dérivation. Si nécessaire, dans le cadre de la résolution de problèmes, une expression de la fonction dérivée est fournie, par exemple au moyen d'un logiciel.</p> <p>On favorise la lecture et l'interprétation, de façon conjointe, du tableau de variation et de la courbe représentative.</p> <p>Cette partie du programme sur l'optimisation se prête particulièrement à l'étude de situations issues des autres disciplines.</p> |

Fonctions satisfaisant à des contraintes

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|--|---|--|
| <p>Raccordement de courbes représentatives de fonctions.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Déterminer, sur des exemples simples, des fonctions satisfaisant à des contraintes. • Traiter des situations simples de raccordement de courbes. | <p>On poursuit le travail sur le raccordement, en l'étendant à des fonctions polynômes de degré trois ; l'éventail du champ d'application s'en trouve élargi.</p> <p>On évite tout excès de technicité dans la résolution des systèmes. Si nécessaire, dans le cadre de la résolution de problèmes, on utilise les possibilités offertes par la calculatrice ou un logiciel.</p> |

2. Géométrie plane

Le programme de géométrie plane s'appuie sur les connaissances acquises en classe de seconde et première. Il est organisé selon deux objectifs :

- *Poursuivre et enrichir l'étude des figures régulières.* Des pavages du plan sont construits ou analysés en mobilisant des transformations selon les mécanismes mis en place en classe de première lors de la réalisation de frises.
- *Découvrir et exploiter, sur l'exemple du cercle et de l'ellipse, différentes descriptions d'un même objet géométrique.* Le travail engagé sur le cercle et l'ellipse permet une première approche des courbes paramétrées.

L'étude de ces notions est l'occasion d'évoquer le lien entre les sciences et les arts décoratifs dans différentes civilisations. On privilégie les activités à base de supports réels issus de divers domaines artistiques.

Pavages

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|----------------------|--|--|
| Exemples de pavages. | <ul style="list-style-type: none"> • Créer une figure par répétition de deux transformations simples. • Rechercher sur des exemples simples des éléments de symétrie et des translations laissant le pavage invariant. | <p>Selon les cas, une maille élémentaire peut être prise sous la forme d'un triangle rectangle ou isocèle, d'un parallélogramme ou d'un rectangle.</p> <p>La classification des types de pavages est hors programme.</p> |
| Formule d'Al Kashi. | <ul style="list-style-type: none"> • Calculer la mesure du troisième côté d'un triangle quelconque, connaissant les mesures de deux de ses côtés et de l'angle qui les sépare. • Calculer les mesures des angles d'un triangle quelconque, connaissant les mesures de ses trois côtés. | <p>La formule est introduite et mise en œuvre dans des situations concrètes issues du design et des arts appliqués, notamment dans le contexte des pavages.</p> |

Cercle

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|-----------------------------------|--|---|
| Paramétrage d'un cercle. | <ul style="list-style-type: none"> • Décrire par un paramétrage un cercle donné. • Caractériser un cercle à partir d'un paramétrage donné. • Décrire par un paramétrage un arc de cercle donné. | <p>On réactive au préalable les connaissances enseignées en classe de seconde sur « l'enroulement de la droite réelle ».</p> <p>L'étude des fonctions sinus et cosinus est hors programme : la lecture du cercle trigonométrique suffit à paramétrer le cercle.</p> <p>Dans le cadre de raccordements faisant intervenir un arc de cercle, on exploite la notion géométrique de tangente à un cercle.</p> |
| Équation cartésienne d'un cercle. | <ul style="list-style-type: none"> • Écrire une équation cartésienne d'un cercle donné. • Déterminer l'intersection d'un cercle et d'une droite. | <p>La détermination d'une équation cartésienne d'un cercle de diamètre donné est une occasion de mobiliser les connaissances relatives au produit scalaire dans le plan.</p> |

Ellipse

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|---|---|---|
| Transformation du cercle par affinité orthogonale. Grand axe et petit axe. | <ul style="list-style-type: none"> • Décrire par un paramétrage une ellipse donnée. • Caractériser une ellipse à partir d'un paramétrage donné. | <p>Aucun développement théorique sur la notion d'affinité n'est attendu.</p> <p>Une ellipse est caractérisée par son centre, son grand axe et son petit axe.</p> |
| Équation cartésienne d'une ellipse. | <ul style="list-style-type: none"> • Écrire une équation réduite d'une ellipse donnée par son centre et ses axes. • Caractériser une ellipse à partir d'une équation réduite donnée. • Déterminer les points d'intersection d'une ellipse et d'une droite. | <p>L'équation $\frac{(x-\alpha)^2}{a^2} + \frac{(y-\beta)^2}{b^2} = 1$ est appelée équation réduite de l'ellipse. On interprète géométriquement les nombres a et b, α et β.</p> <p>En lien avec les enseignements d'arts appliqués, on peut évoquer la construction « du jardinier », notamment avec un logiciel de géométrie dynamique, mais la notion de foyer n'est pas un attendu du programme.</p> <p>Les notions de directrice et d'excentricité sont hors programme.</p> |

3. Géométrie dans l'espace

Le programme de géométrie dans l'espace vise à l'acquisition de trois démarches : **créer**, **analyser** et **représenter** des objets de l'espace. Pour cela, il s'agit de :

- *Poursuivre et enrichir l'étude des solides simples et des coniques.* On crée et analyse des solides de révolution, des scènes en tant que compositions prenant en considération tant des solides simples que des espaces vides. Alors que les élèves ont déjà abordé en classe de première l'ellipse comme section plane d'un cylindre de révolution, l'étude des sections planes possibles du demi-cône permet d'élargir cette vision et de définir les autres coniques existantes en utilisant une procédure commune. On privilégie une approche expérimentale à partir du modèle optique en lien avec les applications architecturales de ces courbes. L'importance historique de leur mise en évidence est également soulignée.
- *Enrichir les codes perspectifs avec la perspective centrale.* Dans les classes précédentes, on a construit et utilisé la perspective parallèle comme mode de représentation de l'espace, mode de représentation conventionnel plus particulièrement dévolu au domaine technique. On poursuit cet apprentissage avec la perspective centrale qui, historiquement, a voulu répondre au besoin de représenter la profondeur et de reproduire le réel d'une manière systématisée. Cette méthode de représentation a été exploitée par de nombreux artistes pendant des siècles, avant de devenir le principe fondamental de la représentation photographique. Perspective et architecture sont par ailleurs intimement liées.
- *Conforter les connaissances et compétences en géométrie* avec l'extension du produit scalaire à l'espace, tout en développant une vision pratique ouvrant à l'analyse des positionnements.

L'utilisation de logiciels de dessin employés dans les enseignements artistiques est l'occasion d'enrichir le propos mathématique.

Solides de révolution

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|---------------------------------------|---|---|
| Rotation autour d'un axe. | <ul style="list-style-type: none"> • Reconnaître les rotations autour d'un axe laissant un solide invariant ou une scène invariante. | On utilise les rotations et translations pour créer des scènes par assemblage de solides simples, notamment en recourant à des logiciels spécialisés. |
| Génération d'un solide de révolution. | <ul style="list-style-type: none"> • Utiliser les rotations autour d'axes de l'espace pour générer un solide. | On traite en particulier le cas du cylindre et du demi-cône. |

Sections planes d'un demi-cône de révolution

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|---|---|--|
| Cercle, ellipse, parabole, branche d'hyperbole. | <ul style="list-style-type: none"> • Identifier la nature d'une section plane d'un demi-cône de révolution selon l'inclinaison du plan de section. | <p>Une étude de l'éclaircement d'un mur par une source ponctuelle constitue une approche adaptée.</p> <p>La propriété de la tangente à la parabole en un point (vue en classe de première, à propos de la fonction « carré »), permet de distinguer la parabole de la branche d'hyperbole.</p> <p>Aucun développement théorique n'est attendu.</p> <p>L'usage d'un logiciel de géométrie dynamique facilite la compréhension de ces notions.</p> |

Perspective centrale

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|--|---|---|
| Projection centrale. | <ul style="list-style-type: none"> • Connaître et utiliser le vocabulaire usuel de la perspective centrale : point de vue, plan de représentation, plan frontal. | <p>Projection centrale : un plan P et un point O, non situé dans P, étant donnés, l'image d'un point M distinct de O est, si elle existe, l'intersection de la droite (OM) avec le plan P.</p> <p>Une étude des propriétés de « l'ombre au flambeau » (source ponctuelle) portée sur un plan constitue une approche adaptée.</p> <p>Une transition entre « l'ombre au flambeau » et la projection centrale peut être réalisée grâce à la « fenêtre de Dürer ».</p> |
| Propriétés conservées ou non par cette projection. | <ul style="list-style-type: none"> • Connaître et utiliser les propriétés d'une projection centrale. • Connaître et utiliser la conservation de forme dans les plans frontaux. • Connaître et utiliser la position relative de l'image de deux droites parallèles. | <p>On distingue ce que la projection conserve (alignement, contacts) de ce qu'elle ne conserve pas (longueurs, milieux, rapports de longueurs, angles, parallélisme).</p> <p>Aucun développement théorique n'est attendu.</p> <p>Le point de fuite d'une droite d est l'intersection du plan de représentation avec la droite parallèle à d et passant par le point de vue.</p> <p>On insiste sur le fait que deux plans parallèles non frontaux ont même ligne de fuite.</p> |
| Point de fuite d'une droite. Point de fuite principal. | | |
| Ligne de fuite d'un plan non frontal, ligne d'horizon. | | |
| Image d'un quadrillage. Image d'un parallépipède rectangle. | <ul style="list-style-type: none"> • Construire l'image d'un quadrillage, ou d'un parallépipède rectangle ayant au moins une arête en vraie grandeur. | <p>On met en évidence la simplicité des situations où un plan frontal est disponible. En lien avec la photographie, on analyse quelques situations plus générales.</p> <p>On représente en perspective centrale quelques exemples de frises.</p> |
| Image des solides simples : prisme et pyramide. | <ul style="list-style-type: none"> • Représenter en perspective centrale : <ul style="list-style-type: none"> – un objet composé de solides simples accolés ; – une scène composée de quelques objets. | <p>Par leur inscription dans un solide simple, et en s'appuyant sur les points de contacts, on peut construire une « esquisse » de représentation pour des objets plus complexes, entre autres le cylindre et le cône.</p> |

Produit scalaire

| Contenus | Capacités attendues | Commentaires |
|--|---|---|
| Produit scalaire de deux vecteurs de l'espace. | <ul style="list-style-type: none"> • Calculer le produit scalaire de deux vecteurs selon deux méthodes : <ul style="list-style-type: none"> – analytiquement ; – à l'aide des normes et d'un angle. | <p>On exploite des situations issues des domaines technologiques et artistiques.</p> |
| Applications du produit scalaire. | <ul style="list-style-type: none"> • Calculer des angles et des longueurs. | <p>En infographie, le positionnement de la caméra par rapport à un plan, permettant notamment de déterminer les faces visibles d'un solide, se fait en étudiant le signe d'un produit scalaire.</p> |