

Référentiel

pour les 2^e et 3^e degrés de l'enseignement
général et technique de transition de
l'enseignement secondaire ordinaire

Sciences

Table des matières

1. Principes d'un cours basé sur les compétences	3
1.1. Que sont les compétences ?	4
1.2. Compétences disciplinaires et transversales	4
1.3. Macro-compétences et compétences terminales	5
1.4. Contenus/Contextes	6
1.5. Apprentissage et enseignement	6
1.6. Évaluation formative et certificative des compétences	9
1.7. Structure des référentiels de compétences	10
2. Contribution du cours de sciences au développement des compétences	11
3. Compétences requises et compétences terminales	18
3.1 Compétences requises	18
3.2 Compétences terminales	21
4. Recommandations pour un enseignement de qualité	28
5. Références aux compétences terminales, contenus/contextes d'apprentissage	35
5.1. Aperçu des champs thématiques	35
5.2. Compétences, contenus/contextes d'apprentissage	36
5.2.1. Biologie	36
5.2.1.1. Deuxième degré de l'enseignement secondaire	36
5.2.1.2. Troisième degré de l'enseignement secondaire	43
5.2.2. Chimie	51
5.2.2.1. Deuxième degré de l'enseignement secondaire	51
5.2.2.2. Troisième degré de l'enseignement secondaire	61
5.2.3. Physique	70
5.2.3.1. Deuxième degré de l'enseignement secondaire	70
5.2.3.2. Troisième degré de l'enseignement secondaire	79
Annexe : Liste des opérateurs	87

1. Principes d'un cours basé sur les compétences

L'acquisition et l'implémentation de référentiels de compétences ainsi que la promotion et le développement des macro-compétences constituent des priorités de la politique d'enseignement de la Communauté germanophone. Les nouveaux référentiels de compétences pour les deuxième et troisième degrés de l'enseignement secondaire général et technique de transition sont, comme les référentiels de compétences déjà introduits dans l'enseignement primaire et le premier degré de l'enseignement secondaire, élaborés sur la base de modèles de compétences. Ils s'alignent du point de vue du contenu et de la méthodologie sur les référentiels de compétences déjà introduits et assurent ainsi la continuité du travail d'enseignement jusqu'à la fin du parcours scolaire. En même temps, ils tiennent compte de trois nouvelles exigences :

- L'enseignement et tous les acteurs de la vie scolaire doivent prendre en considération le fait que les élèves deviennent de jeunes adultes.
- Les élèves élargissent et approfondissent leurs compétences acquises jusqu'ici et se préparent avec zèle aux exigences des études supérieures ou en vue d'une formation professionnelle. Par conséquent, il faut concevoir et adapter les cours et les apprentissages scolaires aux besoins de la vie quotidienne et du monde du travail dans la société actuelle et future.
- L'apprentissage et la vie à l'école secondaire permettent aux élèves de vivre et d'expérimenter la manière dont la société est organisée. Ils apprennent à prendre des décisions par consensus, à agir de manière responsable dans la communauté et à contribuer activement à la vie harmonieuse en groupe au sein de l'école. Ils acquièrent ainsi des connaissances et des expériences visant l'action démocratique.

Les référentiels de compétences fixent les objectifs de formation qui doivent être acquis par les élèves à un degré d'enseignement défini. Ils forment la pierre angulaire de l'ensemble des efforts consentis pour garantir et améliorer la qualité du travail scolaire. Ils constituent également un système de référence pour le travail des enseignants. Ils rendent les exigences scolaires transparentes et vérifiables pour la société et garantissent considérablement la qualité de l'enseignement, assurent la comparabilité des diplômes et contribuent au caractère équitable des études.

Dans le cadre de la mise en place des macro-compétences obligatoires et des référentiels de compétences, les pouvoirs organisateurs et les établissements scolaires jouissent d'une grande liberté quant à la planification d'apprentissages internes et à la réalisation de leurs objectifs pédagogiques. Les référentiels de compétences sont un défi pour la prise de responsabilité propre des établissements scolaires et des pouvoirs organisateurs. Les référentiels de compétences n'enferment pas l'enseignement dans un carcan, mais lui donnent une liberté d'action sur les plans pédagogique, didactique et méthodologique. Ils appellent en même temps à la responsabilité professionnelle des enseignants.

Un enseignement basé sur l'acquisition des compétences aux 2^e et 3^e degrés de l'enseignement secondaire garantit :

- **L'apprentissage tout au long de la vie et la capacité d'enchaînement**
Une structure linéaire et cohérente de l'acquisition des compétences est établie de la 1^{re} année de l'enseignement primaire à la 6^e année de l'enseignement secondaire. Les qualifications que les élèves doivent avoir acquises à la fin de leurs études secondaires sont transparentes pour les enseignants. Il s'agit là d'un gage de sécurité quant à la planification de leurs cours.

Capacité
d'enchaînement

En outre, les compétences acquises au cours de la scolarité permettent aux élèves de continuer à apprendre tout au long de leur vie et les préparent de manière optimale aux exigences de la vie quotidienne et professionnelle ainsi qu'à celles de la société.

- **La capacité d'apprentissage**

La capacité d'apprentissage vise la promotion des compétences nécessaires pour réussir ses études, sa formation ou sa carrière professionnelle (indépendant ou salarié) et permet d'organiser celles-ci de manière proactive. Elle implique la disposition de connaissances fondamentales, de références culturelles et des qualifications de base. Elle appréhende les relations et les développements des mondes du travail et de l'économie d'une manière différenciée et met en évidence leurs rapports à la société et à la vie privée.

Capacité
d'apprentissage

- **Participation responsable à l'organisation de la société**

La formation scolaire pose les bases qui permettront à tous les élèves de participer activement au développement et à l'organisation de la société en agissant en citoyens responsables conscients que les libertés et les frontières se déterminent mutuellement. Ils deviendront également des acteurs capables de développer des projets profitables à leur propre avenir et à celui de la société.

Participation
responsable à
l'organisation
de la société

- **Renforcement de la personnalité de chaque élève**

Si la société actuelle évolue vers plus de complexité et qu'elle se caractérise par une mondialisation des relations, il revient à chacun de planifier et d'organiser sa propre vie. L'école doit mettre l'épanouissement personnel et la responsabilité sociale au centre du travail pédagogique pour permettre à chaque élève de prendre les décisions adéquates quant à son développement personnel au sein de la société.

Renforcement
de la
personnalité

1.1. Que sont les compétences ?¹

Les compétences permettent aux élèves de résoudre des problèmes avec succès et de manière responsable dans diverses situations. Les compétences ne sont nullement détachées de connaissances, d'attitudes et de préparations ; leur développement et leur utilisation sont toujours liés à des contenus et des activités. Dans ce contexte, la personnalité des apprenants dans son entièreté est prise en compte. Dans leurs actes, les élèves associent à la fois connaissances, compréhension, volonté ainsi que savoir-faire.

1.2. Compétences disciplinaires et transversales

L'enseignement des compétences aux deuxième et troisième degrés de l'enseignement général et technique de transition de l'enseignement secondaire se fonde sur les relations entre compétences disciplinaires et transversales.

- Les **compétences disciplinaires** visent l'acquisition et la systématisation de connaissances et d'habiletés relatives à la discipline/spécialité en question, ainsi que l'application de celles-ci dans des mises en situation proches de la vie quotidienne. L'acquisition de compétences disciplinaires comprend notamment la reconnaissance de relations, la compréhension d'arguments et d'explications, la formulation d'hypothèses, la recherche méthodique et autonome de solutions, l'évaluation de thèses et de théories.
- Les **compétences transversales** sont des compétences qui sont

¹ Les caractéristiques de détermination utilisées ici pour les compétences tiennent compte des définitions des compétences du décret du 31 août 1998 relatif aux missions confiées aux pouvoirs organisateurs et au personnel des écoles et portant des dispositions générales d'ordre pédagogique et organisationnel pour les écoles ordinaires, du décret du 27 juin 2005 portant sur la création d'une haute école autonome en CG, de même que des matériaux de base de l'OCDE (notamment l'étude PISA).

développées et appliquées globalement dans toutes les disciplines et dans la vie scolaire. Elles constituent l'assise permettant d'atteindre les qualifications de base et une condition importante pour l'épanouissement des élèves et le développement de compétences disciplinaires. L'acquisition des compétences transversales nécessite principalement des tâches ouvertes et complexes ainsi qu'une attitude pédagogique adaptée de la part des enseignants.

Les compétences transversales suivantes sont étroitement liées les unes aux autres :

o **Les compétences méthodologiques**

Compétences
méthodologiques

comprennent l'utilisation flexible de stratégies d'apprentissage et de travail variées ainsi que de moyens d'apprentissage qui permettent d'accomplir des tâches et de résoudre des problèmes. L'objectif à long terme est de développer l'apprentissage autonome, ciblé, créatif et responsable. Ceci inclut notamment :

- le reflet des méthodes d'apprentissage et des objectifs d'apprentissage propres ;
- le développement de la compétence de lecture (développement de la capacité de lecture, des techniques et des stratégies de lecture) ;
- les capacités d'analyse, de jugement et d'évaluation, y compris l'acquisition et l'application de méthodes scientifiques sélectionnées ;
- le développement de capacités de communication ;
- l'utilisation de médias pour traiter, exploiter et présenter des données, des faits, des images et des vidéos ;
- l'utilisation d'outils de recherche pour la recherche, le traitement et la présentation d'informations issues de différents types de médias ;
- l'utilisation de différents types de bibliothèques et médiathèques, en particulier les médiathèques scolaires.

Compétences
dans les
techniques de
l'information et
des médias

o **Les compétences sociales**

Compétences
sociales

désignent l'ensemble des capacités et attitudes pour passer d'une conduite individuelle à un comportement davantage orienté vers la vie en société. Les élèves mettent leurs propres objectifs d'évolution en harmonie avec ceux d'autrui. Ceci inclut notamment :

- le respect de règles convenues dans ses rapports avec autrui ;
- la collaboration avec autrui ;
- les stratégies pour résoudre des situations de conflits et développer la capacité à les gérer efficacement ;
- la prise de responsabilité pour soi-même et pour autrui ;
- la reconnaissance et l'application de principes d'un comportement basé sur la solidarité ;
- la maîtrise de règles de comportement que le contexte social impose de manière consensuelle (politesse, retenue, discrétion, etc.)

o **Les compétences personnelles**

Compétences
personnelles

sont axées sur la capacité des élèves à identifier les opportunités, les exigences et les limites rencontrées dans toutes les circonstances de la vie. Ceci inclut notamment :

- le développement de la confiance en soi et de l'estime de soi ;
- la découverte et l'épanouissement de l'identité personnelle ;
- l'expression de ses propres centres d'intérêts et de ses droits ;
- le développement de l'empathie, de l'estime positive, de l'acceptation et de la tolérance de soi et des autres ;
- l'identification de ses forces et de ses faiblesses visant la perception critique de soi ;
- le développement d'une capacité de jugement critique.

1.3. Macro-compétences et compétences terminales

Macro-compétences

On appelle macro-compétences, les compétences principales d'une

discipline/spécialité. Elles constituent un point de départ pour la formulation des **compétences terminales**. En principe, les macro-compétences se rapportent à un modèle de structuration des compétences disciplinaires.

Les compétences terminales

Les compétences terminales définissent ce que les élèves doivent avoir acquis au terme de leurs études secondaires et sont des instruments permettant et assurant la qualité de l'enseignement :

- elles décrivent un modèle d'orientation pour toutes les classes, toutes les écoles en définissant les compétences fondamentales comparables pour chaque matière et chaque discipline ;
- elles rendent transparentes les exigences éducatives pour la société ;
- elles décrivent un niveau d'exigence moyen accessible pour les élèves ;
- elles définissent quelles connaissances disciplinaires les élèves doivent avoir acquises sur le plan des contenus principaux d'une discipline/spécialité (notions, concepts, structures, théories, méthodes, etc.) ;
- elles décrivent principalement les compétences disciplinaires, mais reprennent en même temps des compétences transversales ;
- elles constituent un critère d'évaluation des compétences des élèves (voir 1.6. Évaluation certificative des compétences) ;
- elles offrent une orientation et fixent des critères aux enseignants dans la planification et la mise en œuvre du cours en vue de stimuler chaque élève individuellement de manière optimale ;
- elles aident les enseignants et les équipes éducatives dans la planification de leurs cours.

1.4. Contenus/Contextes

La référence au modèle de compétences permet de concentrer le contenu des cours sur l'essentiel et de l'adapter de manière judicieuse, ce qui rend davantage possible des approches pluridisciplinaires et interdisciplinaires.

Les contenus ne sont pas une fin en soi ; il s'agit davantage de permettre aux élèves de comprendre l'essentiel de la matière, de pouvoir la définir du point de vue sémantique et de la structurer de manière adéquate. Ils reflètent des problématiques, des méthodes et des façons de penser de la discipline et de la spécialité. En particulier au 3^e degré, ils sont choisis et structurés en fonction des exigences des études supérieures potentielles.

Tous les contenus et contextes d'apprentissage qui se trouvent dans la colonne de droite servent au développement des compétences de l'élève. Ils ne doivent cependant pas être vus comme les points d'une liste à voir et à étudier de manière linéaire. L'enseignant peut ainsi planifier et organiser librement son cours et approfondir des points qui lui paraissent prioritaires. Ceux-ci peuvent d'ailleurs varier d'une année à l'autre à condition que l'enseignant respecte le cadre obligatoire que lui impose le présent référentiel (cf. chapitre 5).

1.5. Apprentissage et enseignement

Une séquence d'apprentissage bien structurée, une très bonne gestion de classe, un grand répertoire méthodologique, une vraie motivation des élèves, un climat d'apprentissage positif et un emploi du temps efficace sont des conditions importantes pour promouvoir un apprentissage autonome et responsable au cours. Un bon cours ne peut réussir que si l'on implique les élèves de manière appropriée dans la prise de décision, par exemple décision relative aux processus de planification, dans la prise de responsabilité, entre autres responsabilité concernant des choix collectifs de méthodes, dans l'organisation, par exemple contribution autonome des élèves. Ceci est indispensable pour l'optimisation de

l'apprentissage et pour le développement de la personnalité de l'enfant ou de l'adolescent.

Un enseignement par compétences signifie que la « transmission de matière » cède davantage la place à l'organisation d'un environnement d'apprentissage qui permet aux élèves de développer leurs compétences. Les élèves prennent alors de plus en plus l'initiative et la responsabilité de leur apprentissage et déterminent ainsi la planification et la mise en œuvre du cours. Des capacités comme organiser et mener un apprentissage autonome ne s'acquièrent cependant pas naturellement, mais nécessitent des conseils et un accompagnement professionnels par les enseignants.

**Nouvelle
appréhension
de
l'apprentissage**

Apprendre est un processus individuel et constructif. Pour offrir aux élèves des possibilités d'apprentissage optimales et répondre en même temps aux exigences disciplinaires, institutionnelles et sociales, un éventail de mesures relatives à l'organisation des écoles et des cours ainsi qu'aux décisions didactiques et méthodologiques s'impose. De ce fait, il faut tenir compte des similitudes et des différences quant aux exigences et aux besoins des élèves en ayant recours à des démarches de pédagogie différenciée, par exemple pour la sélection des thèmes ou des contenus, pour le choix des formes d'apprentissage et du matériel didactique, pour l'offre des tâches à accomplir de niveaux de difficulté différents, pour la nature et l'importance des exercices y correspondant, pour le niveau d'abstraction des documents de travail, etc.

L'enseignement par compétences trouve un équilibre entre soutien et exigence. En se basant sur le niveau d'apprentissage individuel de chaque élève et en leur fixant des objectifs graduels qui mettront leurs progrès au centre, on encourage les élèves sans jamais les pousser à la résignation.

**Équilibre entre
soutien et
exigence**

Un enseignement par compétences se distingue notamment par les critères de qualité suivants :

- Un apprentissage plus autonome et responsable ainsi que le travail fourni pour sa réussite déterminent davantage l'enseignement. Ceci n'exclut pas qu'à certaines phases de l'apprentissage, l'on ait recours à des formes d'enseignement frontal dans un souci d'efficacité (mobilisation plus rationnelle des ressources). L'apprentissage autonome individuel ou en groupe doit cependant primer sur les autres formes d'apprentissage.
- Le travail actif de l'apprenant est mis en avant. Ce n'est que par l'action que les élèves peuvent réaliser des progrès d'apprentissage dans le développement individuel de leurs compétences.
- L'organisation d'un cours basé sur les compétences repose sur un enseignement actif et la résolution de tâches-problèmes. Lors de la planification et de la sélection des tâches, il s'agit de tenir compte des différents niveaux d'exigences et de les réunir, par exemple restituer des connaissances ou des procédés fondamentaux, faire l'association ou le transfert d'application de connaissances et de capacités dans de nouveaux contextes, de manière autonome ou traiter de manière autonome et critique des questionnements et des résolutions de problèmes qui englobent des interprétations justifiées ou des évaluations.
- Les expériences individuelles et les intérêts personnels des élèves sont pris en compte pour l'organisation du cours. Les élèves sont dans une certaine mesure impliqués dans la planification et l'organisation du processus d'apprentissage. Cette procédure encourage la motivation des élèves et soutient la responsabilisation du processus d'apprentissage personnel et de développement personnel des compétences.
- Toute démarche d'apprentissage comporte des fautes, des erreurs et des détours individuels. Ils sont des indicateurs de difficultés relatives aux contenus et aux méthodes dans le processus d'apprentissage. C'est pourquoi

**Stimulation
individuelle**

**Activité
d'apprentissage
dynamisant**

**Tâches-
problèmes**

Motivation

**Les erreurs
dans le
processus
d'apprentis-**

ils ne doivent pas être considérés de manière négative. Au contraire, ils peuvent être utilisés de manière constructive, par exemple dans le cadre d'une pédagogie différenciée, ils stimulent de manière déterminante l'évolution du processus d'apprentissage et constituent une opportunité de progrès chez les élèves. Traiter les erreurs de manière productive implique que l'enseignant soit capable de poser des diagnostics et qu'il propose des idées créatives pour encourager les élèves.

- L'apprentissage intégré et non additionné donne du sens aux contenus d'apprentissage et fait le lien avec les connaissances et les capacités déjà acquises par les élèves. C'est pourquoi l'apprentissage intégré et non additionné est au centre du cours. Il permet aux élèves de développer progressivement des compétences et une compréhension de plus en plus approfondie de la discipline. L'apprentissage intégré et non additionné est renforcé par l'attention particulière quant à la continuité verticale et horizontale de la fixation des objectifs du cours.
- Dans le cadre d'un cours basé sur le développement des compétences, il est indispensable de combiner un apprentissage cognitif systématique et un apprentissage actif proche du vécu des élèves. Ceci exige l'utilisation de méthodes variées de la part de l'enseignant. L'enseignement basé sur un apprentissage cognitif systématique sert avant tout à assurer une compréhension élémentaire qui peut être améliorée, à construire des savoirs et des capacités fondés scientifiquement. Quant à l'apprentissage actif proche du vécu des élèves, il renforce avant tout l'utilisation et le développement des compétences dans des situations réelles de la vie quotidienne des élèves.
- Les formes d'enseignement interdisciplinaire et transdisciplinaire encouragent le développement de compétences.
 - **L'enseignement disciplinaire** reflète la plupart du temps le mode de raisonnement de la discipline et permet aux élèves de développer des compétences s'y rapportant. Il reste toujours d'actualité que les élèves apprennent des notions, des théories, des concepts, des méthodes, etc. et qu'ils soient capables de les utiliser activement dans des situations de transfert.
 - **Dans l'enseignement interdisciplinaire**, on élargit, à partir d'une discipline enseignée, les points de vue relatifs à un thème. Ceux-ci sont orientés sur des contenus, des questions et des procédures qui dépassent les limites de la discipline considérée. Le travail interdisciplinaire est placé sous la responsabilité de l'enseignant de la discipline.
 - **Dans l'enseignement transdisciplinaire**, un thème qui occupe une position centrale peut être appréhendé dans sa perspective multiple par deux ou plusieurs disciplines. Ce thème est traité en utilisant des questions, des procédures et des résultats/conclusions appartenant à différentes disciplines. La coordination sur le plan du contenu et de l'organisation doit être assurée par une collaboration entre professeurs de ces disciplines. En ce qui concerne l'acquisition de connaissances, le développement de compétences et l'orientation de valeurs, l'enseignement transdisciplinaire contribue particulièrement au développement de la personnalité des élèves.
- Le développement de concepts de cours, de stratégies et de critères d'évaluation consensuels et généraux exige une collaboration renforcée et permanente entre professeurs de la même discipline, professeurs du même degré et, dans certains domaines, au niveau de l'ensemble du corps enseignant. La responsabilité commune quant aux résultats et aux processus devient plus importante. Les accords et décisions fondamentales ainsi que les matières importantes concernant le travail d'enseignement auquel tous les enseignants doivent se tenir, sont définis dans le curriculum interne et le projet d'établissement. Le curriculum interne et le projet d'établissement servent en première ligne à garantir la qualité. Un bon programme interne assure également une meilleure planification pour tous les acteurs et facilite

sage
Apprentissage
intégré et non
additionné

Apprentissage
cognitif
systématique
et
apprentissage
actif proche du
vécu des
élèves

Coopération
entre
professeurs

ou réduit le travail de planification personnel, tout en laissant assez de liberté pédagogique à chaque enseignant pour organiser librement son cours sur le plan méthodologique.

- Un cours par compétences implique des conditions d'organisation adaptées. Une répartition rigide des différentes heures, la prédominance d'un enseignement centré sur l'enseignant, de même que la réduction de l'enseignement à des situations de questions-réponses ne répondent plus à elles seules aux exigences modernes. Au contraire, les pouvoirs organisateurs et les différentes écoles peuvent développer des solutions organisationnelles spécifiques rendant possible un apprentissage qui assure une meilleure efficacité et qui offre davantage de chances de réussite.
- Au travers d'un enseignement par compétences, les élèves apprennent à utiliser de manière critique les médias de tous types (en particulier l'Internet) pour l'organisation de leur propre processus d'apprentissage et de travail.
- La création et le maintien d'un bon climat socio-affectif sont indispensables, tant dans les relations entre enseignants et élèves que dans les relations entre ces derniers. Un tel climat est une condition *sine qua non* pour le bon fonctionnement de l'école, pour l'efficacité des cours ainsi que pour la satisfaction et le bien-être personnels de tous les acteurs de la vie scolaire. Il est important pour de bonnes performances individuelles et collectives. L'apprentissage est généralement facilité par de bonnes relations sociales, des conseils et l'entraide. Une atmosphère de travail agréable en classe permet également de discuter ouvertement et sincèrement de problèmes de la vie quotidienne.

Cadre
organisation-
nel de
l'enseignement

Atmosphère de
travail positive

1.6. Évaluation formative et certificative des compétences

Les élèves doivent être stimulés de manière optimale dans leur processus d'apprentissage et de développement. Cette stimulation englobe également une évaluation certificative des compétences qui se fonde sur les compétences terminales (Chap.3.2.) et sur les références aux compétences terminales (Chap.5) formulées dans les référentiels de compétences. L'évaluation des compétences se rapporte aux connaissances, aux capacités et aux habiletés transmises dans le cadre du cours. Un objectif particulier qui incombe à l'enseignement secondaire est d'amener les élèves non seulement à poursuivre leur « apprentissage », mais aussi à « être performant ». Ils doivent donc apprendre à réussir des contrôles de niveaux d'exigences différents. Lors de la préparation à ces évaluations, les contenus des tâches ainsi que les formes ou la durée doivent être organisés de manière à motiver les élèves à montrer à quel niveau de compétence ils se situent dans chaque discipline.

Une évaluation certificative tient compte des aspects suivants :

- Les élèves et les personnes chargées de leur éducation ont accès aux modalités d'évaluation décidées par le corps enseignant, ce qui rend les critères d'évaluation certificative transparents.
- Les critères d'évaluation sont élaborés de manière collégiale et communiqués aux élèves avant les épreuves.
- Dans le cadre d'un cours basé sur les compétences, il faut également tenir compte des performances communes réalisées dans le cadre d'un travail de groupe et pas seulement des performances individuelles. En effet, différents domaines de compétences sont au centre de l'apprentissage.
- L'évaluation peut se faire par d'autres intervenants – par exemple par des évaluateurs externes, des enseignants ou des camarades de classe (évaluation mutuelle). À cela s'ajoute, de manière significative, l'auto-évaluation ainsi que la participation des élèves dans le processus d'évaluation.

Pour le travail en classe, il faut généralement tenir compte du fait que les élèves sont impliqués dans l'appréciation et l'évaluation de leur niveau de maîtrise de compétences.

- Pour une approche professionnelle des performances, la notion de « comparabilité » est importante. Celle-ci peut être réalisée dans les écoles, par exemple par des épreuves externes non certificatives et des concours, par un système de double correction, au travers d'un échange ouvert sur les attentes et les critères d'évaluation et sur les tâches-problèmes types.
- L'évaluation certificative des compétences doit être organisée de manière à ce que les élèves soient informés de leur progrès d'apprentissage et de l'état du développement individuel de leurs compétences. Ce concept d'évaluation des compétences sensibilise également les élèves à la nécessité de fournir de nouveaux efforts dans leur apprentissage. Ainsi, les élèves se font une image réaliste de leur niveau de connaissances et de leurs capacités de performance.

L'évaluation certificative des compétences basée sur le soutien et l'encouragement constitue une condition essentielle au maintien et à la stimulation de la volonté des élèves pour l'obtention de résultats. Ceci s'applique en particulier aux élèves qui connaissent des difficultés d'apprentissage. L'objectif consiste à maintenir et à augmenter leur motivation à apprendre.

1.7. Structure des référentiels de compétences

Tous les référentiels de compétences pour les deuxième et troisième degrés de l'enseignement secondaire ont un schéma uniforme qui se présente comme suit :

Dans le **chapitre 1**, « **Principes d'un cours axé sur les compétences** », on présente les principes du modèle de compétences qui est à la base de tous les référentiels.

Dans le **chapitre 2**, on présente « **La contribution de la discipline au développement des compétences** ». Les macro-compétences disciplinaires et transversales y sont également mises en exergue.

Dans le **chapitre 3**, « **Compétences requises et compétences terminales** », on présente les compétences requises dans la rubrique 3.1. Elles se rapportent aux référentiels de compétences déjà introduits dans l'enseignement primaire et le premier degré de l'enseignement secondaire. Ensuite, dans la rubrique 3.2., on présente les compétences terminales. Ces compétences se conçoivent par rapport aux élèves et aux performances que l'on attend d'eux et fixent les objectifs/résultats de l'apprentissage.

Le **chapitre 4** est consacré aux « **Recommandations pour un enseignement de qualité** ». Il s'agit de suggestions et de propositions qui font actuellement partie des exigences reconnues pour un enseignement par compétences.

Dans le **chapitre 5**, « **Références aux compétences terminales** », on présente finalement les objectifs intermédiaires qui représentent des aspects importants dans le développement de compétences.

2. Contribution du cours de sciences au développement des compétences

Le cours de sciences donné dans le deuxième et le troisième degré de l'enseignement secondaire développe et perfectionne une **approche et une manière de penser scientifiques** ainsi **qu'une connaissance conceptuelle chez les élèves**.

Le cours de sciences a comme but premier de dispenser une formation de base qui rend possible une participation adulte et responsable à la société. Cette formation permet aux élèves de manier les faits et défis scientifiques de plus en plus nombreux actuellement. Ceci présuppose d'utiliser de façon critique et appropriée un savoir public accessible à tous. Cette confrontation perpétuelle entre les sphères sociale, technique, éthique et philosophique dépasse les connaissances détaillées propres au cours de sciences, et englobe les compétences techniques et transversales.

Le savoir scientifique fondamental permet aux élèves d'agir de manière autodéterminée et effective, de prendre part activement à la communication sociale ainsi qu'à la formation d'opinions et de modeler leurs conditions de vie en tenant compte du développement durable.

Les sociétés industrielles modernes ont besoin de main-d'œuvre formée aux sciences afin de pouvoir faire face à la concurrence présente sur le marché global. Il est indispensable de donner une formation de base à tous les acteurs dans la recherche et dans la technique afin de développer des potentiels sociaux dans ces domaines.

Étant donné la rapidité des changements sociaux et du développement scientifique-technique, qui détermine notre vie quotidienne et sociale de manière fondamentale, les sciences constituent un élément indispensable de la formation générale et de l'éducation. De plus, elles deviennent de plus en plus importantes au sein de la société.

La synergie connectant les différentes disciplines scientifiques favorise l'acquisition du savoir scientifique ainsi que la compréhension des phénomènes et des rapports scientifiques, des processus et des systèmes techniques. Le modèle de compétences présenté ici prend les **concepts de bases qui sont liés les uns aux autres** comme point de départ. Ces concepts privilégient un apprentissage cumulatif et contextualisé.

Concepts scientifiques de base liés les uns aux autres

Le terme « concepts de base » désigne l'interconnexion structurée des notions, théories et représentations de modèles. Les différents concepts de base sont des points de vue grâce auxquels les phénomènes et processus peuvent être expliqués et compris.

Les concepts de base fonctionnent comme des idées principales traversant tous les thèmes et sujets abordés. Celles-ci rendent possible l'étude d'un thème de cours donné.

La compréhension de ces concepts de base se développe uniquement lors d'un long processus d'apprentissage. Ces concepts de base permettent aux élèves d'identifier des structures parmi la confusion apparente des phénomènes. Ces structures formalisent la connaissance et facilitent l'accès à de nouvelles problématiques. En découvrant que différents phénomènes peuvent être expliqués de façon similaire, les élèves effectuent une connexion verticale et horizontale entre des thèmes qui semblaient être sans lien de prime abord. Les élèves reconnaissent ainsi ces similitudes qui leur sont d'une aide précieuse dans la diversité des sciences.

Ces concepts de base permettent de comprendre des faits nouveaux, ce qui amène à une compréhension fondamentale de la discipline scientifique considérée.

Même si les concepts de base ne sont pas toujours identifiés dans ce

référentiel, ils font tout de même partie intégrante des exigences des domaines thématiques individuels pris en compte dans ce référentiel.

Ces concepts de base ne se prêtent PAS à une structure descendante pour la succession thématique en cours.

Puisque ces concepts de base sont comparables dans les trois matières scientifiques, ils permettent de connecter le savoir et de comprendre les sciences de manière cohérente et globale.

Les élèves apprennent, lors du traitement de problèmes scientifiques, à changer de niveau explicatif ou de point de vue au sein d'une même discipline, mais aussi à intégrer la perspective d'une autre discipline scientifique. Ce changement de perspective se prémunit contre une vision réductionniste mono-causale et développe un raisonnement interconnecté ainsi que la compréhension de rapports complexes de problèmes.

Concepts de base de la
biologie

Concepts de base de la biologie : système, structure et fonction, développement

« Le système » comme concept de base

La biologie moderne considère la nature vivante de manière systémique. Elle est la science des systèmes biologiques et, d'une science descriptive, elle a évolué vers une science explicative.

Un système biologique est un système ouvert, réduit de manière arbitraire. Il est composé d'éléments isolés entre lesquels il existe des relations et des interactions.

Les systèmes biologiques peuvent être décrits sur plusieurs niveaux de systèmes, en partant des molécules jusqu'à la biosphère complexe. Un système est plus que la somme de ses composants biotiques et abiotiques. En plus de l'alternance entre les différents niveaux du système, qui prémunit contre un raisonnement linéaire, il est indispensable de considérer un système dans son ensemble.

« La structure et la fonction » comme concept de base

Le maniement de la diversité biologique présuppose la connaissance de structures. Ces structures permettent la compréhension des fonctions à tous les niveaux des systèmes.

La biologie ne devient une science explicative que sur la base de l'observation fonctionnelle et évolutive des structures.

« Le développement » comme concept de base

Des changements temporels des systèmes biologiques se produisent à tous les niveaux systémiques. Les origines de ces changements sont des effets naturels et également anthropogènes. À cause de ceux-ci, les cellules et les organismes se transforment aussi bien sur le plan individuel que sur le plan de l'espèce. On distingue le développement individuel du développement évolutif. Les écosystèmes se développent et entraînent par conséquent la biosphère avec eux dans leurs changements.

Concepts de base de la
chimie

Concepts de base de la chimie : relations entre la matière et les particules, relations entre la structure et les propriétés, réaction chimique, énergie.

« Les relations entre la matière et les particules » comme concept de base

Les propriétés de la matière, comme sa composition, son changement et son origine, constituent des bases importantes aussi bien en chimie qu'en physique. Ce concept de base apparaît dans ces deux domaines afin de faciliter un travail interdisciplinaire.

La vision macroscopique de la matière permet de classer des substances et d'appliquer des principes d'ordre. La vision microscopique de la matière a besoin de modèles toujours plus complexes afin de décrire une structure.

Ce concept de base englobe des phénomènes, des preuves expérimentales, des conclusions logiques et des modèles qui sont indispensables à la description actuelle de la matière et des interactions existant entre ses particules constituantes.

« Les relations entre la structure et les propriétés » comme concept de base

Ce concept de base explique de manière approfondie les interactions existant entre les molécules ainsi que les propriétés de la matière qui vont de pair avec ces interactions. Ce concept met en avant les rapports entre l'agencement d'atomes et d'électrons et les propriétés de la matière qui en résultent.

« La réaction chimique » comme concept de base

Au niveau macroscopique, le concept de base « réaction chimique » décrit les modifications de la matière. Au niveau submicroscopique, ce concept éclaire la dissolution et la création de liaisons chimiques ainsi que le changement dans l'agencement des atomes et des ions.

a) Le concept « donneur-accepteur »

La compréhension des réactions chimiques est approfondie jusque sur le plan des particules élémentaires.

b) La cinétique chimique et l'équilibre chimique

Dans cette perspective, l'attention est centrée sur le déroulement temporel et le rendement des réactions chimiques.

« L'énergie » comme concept de base

La notion d'énergie est également un élément fondamental des concepts de base de la physique. L'énergie est le moteur de chaque transformation dans la technologie et dans la nature. Chaque substance possède une énergie intrinsèque qui dépend de sa structure et de sa composition.

La compréhension conceptuelle de l'énergie est un élément essentiel de la formation scientifique de base.

Les réactions chimiques doivent également être comprises comme étant des transformations d'énergie. Il est indispensable d'observer l'influence de facteurs externes sur ces transformations.

Concepts de base de la physique : matière, interaction, système, énergie

Concepts de base de la physique

« La matière » comme concept de base

La matière, ou plutôt les corps, possèdent des propriétés physiques très différentes. Ils ont plusieurs états de la matière, sont conducteurs ou magnétisables, radioactifs, ont une masse, un volume et une masse volumique propre, etc. Ces propriétés sont déterminées par la structure de la matière. C'est pourquoi les conceptions atomiques ont une fonction très importante.

L'approche utilisant ce concept de base est très étroitement liée aux connaissances chimiques déjà acquises et demande un travail interdisciplinaire.

« La matière » comme concept de base éclaire les propriétés physiques intrinsèques aux corps aussi au niveau des particules élémentaires. Ces propriétés seront affinées au troisième degré de l'enseignement secondaire en utilisant des notions propres à la physique quantique.

« L'interaction » comme concept de base

Ce concept attire l'attention sur l'interaction des corps et de la matière due à l'action de forces et de champs ainsi que sur l'interaction entre rayonnements et corps.

En plus d'expliquer les interactions qui apparaissent à la suite de contacts, le cours éclaire les actions à distance, qui peuvent être décrites à l'aide de champs. Les rayonnements peuvent également interagir avec la matière.

Cette vision relie la physique classique et moderne. La recherche de liens

causals amène l'élève à utiliser des modèles de plus en plus abstraits et affinés.

« Le système » comme concept de base

La compréhension de la notion de « système » est semblable en physique et en biologie. Plusieurs composants sont mis dans une relation de cause à effet ou dans un rapport d'énergie et sont décrits à l'aide de grandeurs d'état et de taux de variation.

Un système physique est une unité structurée, généralement ouvert, mais qui, s'il est pris comme modèle, peut être supposé fermé.

Les composants interagissant les uns avec les autres à l'intérieur du système peuvent se trouver dans un état stationnaire (état d'équilibre). Une perturbation de cet état produit des changements à l'intérieur du système ainsi que des processus en cours à l'intérieur de celui-ci (par exemple des flux, des vibrations, des changements de grandeurs d'état). Ces interactions entre les différents composants d'un système sont analysées et des liens sont établis.

« L'énergie » comme concept de base

Chaque système physique peut également être décrit d'un point de vue énergétique. C'est le cas dans la mécanique, dans la thermodynamique, dans l'électricité, dans la théorie ondulatoire et également dans la mécanique quantique et dans la théorie de la relativité.

Le lien avec le concept de base de la chimie est évident. Un système change par la transformation d'énergie. Les quantités d'énergie restent constantes et on peut en dresser un bilan. L'énergie agit comme variable d'état et de processus, ou plutôt d'échange.

Les développements scientifiques actuels rapides et à tous niveaux exigent **d'acquérir une connaissance scientifique exemplaire**. Ils demandent également une réduction à des contenus scientifiques fondamentaux. C'est seulement dans ce cas que les élèves peuvent assimiler une formation scientifique de base structurée à l'aide de laquelle ils peuvent suivre et évaluer des problématiques scientifiques concernant la société.

Acquisition de la
connaissance
scientifique exemplaire

Cependant, les innovations scientifiques cachent des risques qui doivent être reconnus, évalués et maîtrisés afin de satisfaire les besoins de la société actuelle sans mettre en danger les générations futures.

Dès lors, une perspective scientifique sur l'environnement et ses facteurs marquants comprend également la capacité et la disposition à **aborder la question de l'environnement de manière critique et responsable**, en tenant compte de la gestion durable de celui-ci.

Aborder la question de
l'environnement de
manière critique et
responsable

Ces objectifs se reflètent dans les compétences scientifiques de bases qui sont classées dans les domaines suivants : acquisition de connaissances, communication, compétence factuelle et évaluation.

Compétences de base		
Compétences basées sur les processus (non pas sur le contenu)	Démarche scientifique (DS)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utiliser des méthodes de recherche expérimentales et d'autres méthodes de recherche ▪ Travailler avec des modèles
	Compétence de communication scientifique (CS)	<ul style="list-style-type: none"> • Comprendre, exploiter et échanger des faits scientifiques pertinents basés sur des évidences et sur les sciences
	Compétence d'évaluation scientifique (ES)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reconnaître et évaluer des faits scientifiques dans des contextes différents
Compétences basées sur le contenu	Compétence scientifique liée au contenu (CLC)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Connaître des phénomènes, des concepts, des principes, des faits et des règles ▪ Envisager des contextes/contenus à l'aide des différents concepts de base

Compétences scientifiques de base

Les compétences dans ces quatre domaines permettent aux élèves de comprendre le monde naturel et culturel et les aident à expliquer ce dernier. L'acquisition des compétences de base est une condition préalable indispensable au rôle futur de l'élève en tant que citoyen instruit, émancipé et autonome, à sa participation active à la vie sociale ainsi qu'à sa participation aux créations culturelles.

Compétences spécialisées propres à la discipline

Les compétences basées sur le contenu et sur les processus doivent être acquises ensemble et non de manière séparée. Ainsi, elles développent la compétence d'action scientifique.

La démarche scientifique (DS)

Les élèves sont capables d'observer et de décrire des apparitions et des phénomènes scientifiques. Ils reconnaissent une problématique, formulent des questions et avancent des hypothèses. Les élèves mettent celles-ci à l'épreuve, en ce sens qu'ils font des expériences, exploitent, évaluent et réfléchissent de manière critique par rapport aux hypothèses avancées.

Ainsi, les élèves peuvent préparer et mener des recherches scientifiques. Ils peuvent analyser et interpréter les résultats obtenus. Ils décrivent les liens, généralisent et étendent les nouvelles connaissances à d'autres problématiques. Les élèves sont capables d'interpréter, d'expliquer et de prédire des phénomènes à l'aide de concepts, de théories, de lois et de conceptions de modèles.

Les modèles et la construction de modèles sont surtout utilisés dans des processus de connaissance scientifique lorsque des phénomènes complexes doivent être traités ou exemplifiés.

Les élèves utilisent un modèle comme représentation idéalisée ou généralisée d'un objet, système ou processus imaginé ou existant. Les choix d'un modèle approprié, en tenant compte de la problématique et de la réflexion critique sur ce modèle, font partie intégrante de l'acquisition de connaissances scientifiques. L'expérience a une signification centrale pour la méthode de connaissance scientifique. Puisque la compétence basée sur les processus (DS) est tant convoitée, les expériences menées par les élèves acquièrent une signification particulière.

La communication scientifique (CS)

La formation scientifique de base comporte également la capacité à pouvoir s'exprimer et à échanger des informations avec d'autres, de manière pertinente

et adaptée aux destinataires du message. Pour ce faire, on utilise aussi bien le langage familier que le langage technique ainsi que des médias adéquats.

Les élèves deviennent capables de décrire oralement ou par écrit des apparitions et phénomènes scientifiques ainsi que leur investigation systématique. Ils peuvent également les comprendre et les expliquer à d'autres personnes. Ils échangent les faits, les procédures, les résultats et les solutions partielles. Tout ceci soutient et favorise la réflexion critique des élèves. D'une part, les arguments exposés peuvent confirmer la procédure et l'explication découvertes. D'autre part, les élèves peuvent réviser leur conception sur la base des objections trouvées.

L'évaluation scientifique (ES)

L'éducation aux méthodes de raisonnement et aux connaissances scientifiques est absolument nécessaire à l'explication, à la compréhension et à l'évaluation de décisions scientifiques et sociales.

Les élèves apprennent à distinguer entre des énoncés fondés ou non scientifiquement. Les élèves abordent la valeur et l'importance des connaissances scientifiques de manière critique, pertinente et constructive. Ils identifient et comprennent les défis locaux et globaux et saisissent l'importance et la participation des sciences à la résolution de ces problématiques. En considérant des thèmes sociaux pertinents à travers différentes perspectives, les élèves apprennent que les résolutions de problèmes dépendent de choix de valeurs.

À travers ces compétences, les rhétoriciens acquièrent la possibilité de participer à la communication portant sur des problématiques actuelles techniques et sociales. Ils peuvent également évaluer des arguments par rapport à leur part concrète et idéologique et prendre des décisions de manière pertinente, autodéterminée et responsable sur le plan éthique.

Compétence scientifique liée au contenu (CLC)

De par leur confrontation avec des problématiques et contenus factuels, les élèves acquièrent un savoir conceptuel de base. De cette manière, il est possible d'atteindre une compréhension des phénomènes et des liens scientifiques sur la base de contenus scientifiques essentiels. Ce savoir, fondé sur les concepts, forme la base des compétences centrées sur l'action. Par conséquent, il permet une participation responsable à la société et à des décisions réfléchies par rapport à des questions scientifiques.

Le niveau d'exigence concernant la connaissance spécialisée ainsi que les compétences centrées sur les processus est évidemment à adapter en fonction du cours.

À côté de ces domaines de compétences scientifiques spécifiques, les compétences transdisciplinaires jouent également un rôle important.

Compétences
transdisciplinaires

L'acquisition de connaissances scientifiques est liée à l'apprentissage de compétences méthodologiques. Les élèves apprennent à connaître et à utiliser des méthodes de travail scientifiques fondamentales. Celles-ci comprennent, entre autre, l'observation précise en fonction d'une problématique concrète et la description de propriétés essentielles. Les mesures permettent d'appréhender et de comprendre les propriétés scientifiques fondamentales d'un processus ou d'un objet. Les procédures expérimentales incluent la préparation, l'expérimentation, la documentation ainsi que l'analyse, l'interprétation et la présentation des résultats. Elles incluent également le maniement approprié des ustensiles et de produits chimiques lors du travail en classe.

Compétences
méthodologiques

Par conséquent, les élèves acquièrent une compréhension fondamentale des procédures ainsi que des manières de penser et de travailler. Celles-ci sont utilisées lors de recherches scientifiques, de recouvrement de preuves et de données, de leur exploitation et des justifications de conclusions.

La connaissance des élèves concernant les menaces qui pèsent sur la nature développe leur coresponsabilité concernant le développement durable. La rencontre avec différents êtres vivants et différents organismes permet aux élèves de développer leur empathie et leur tolérance. L'utilisation collective de procédures expérimentales favorise l'aptitude à la coopération. Cette aptitude est indispensable au travail d'équipe, qu'il soit réalisé en milieu scolaire ou non.

Compétences sociales

De par leur confrontation personnelle avec des problématiques scientifiques, les élèves développent des positions et des comportements comme la performance, le travail indépendant, la réflexion critique sur leurs propres actions, leurs forces et leurs faiblesses. Ils développent également leur prise de conscience par rapport à l'importance de maintenir son corps en bonne santé.

Compétences personnelles

3. Compétences requises et compétences terminales

3.1 Compétences requises

Fin de la 2^e année de l'enseignement secondaire
Les élèves...
Compétences scientifiques générales
Démarche scientifique
Utiliser des méthodes expérimentales et des méthodes d'analyse
<ul style="list-style-type: none">• formulent des questions émergeant du cadre de la vie quotidienne et répondent à celles-ci grâce aux connaissances scientifiques et aux recherches surtout par le biais d'expériences ;
<ul style="list-style-type: none">• formulent progressivement de manière autonome des hypothèses et conjectures et réalisent des démarches scientifiques ;
<ul style="list-style-type: none">• choisissent progressivement de manière autonome des données et informations afin de vérifier la pertinence des hypothèses et conjectures émises, les examinent et les classent ;
<ul style="list-style-type: none">• planifient des analyses et expériences appropriées afin de vérifier les hypothèses et conjectures, les réalisent et documentent les résultats ;
<ul style="list-style-type: none">• trouvent dans des données des tendances, structures et relations, tirent des conclusions et commentent celles-ci par rapport aux hypothèses et conjectures de départ ;
<ul style="list-style-type: none">• différencient entre des observations, interprétations et conclusions et développent un esprit scientifique ;
<ul style="list-style-type: none">• développent de manière progressive une faculté de jugement critique en appliquant leurs connaissances à des exemples de situations et de problèmes de société actuels.
Travail à partir de modèles
<ul style="list-style-type: none">• développent des modèles et restent critique par rapport à ceux-ci ;
<ul style="list-style-type: none">• utilisent des modèles pour expliquer des phénomènes scientifiques ;
<ul style="list-style-type: none">• analysent des interactions à l'aide de modèles et présentent les liens sous forme de schémas synoptiques.
Communication scientifique
<ul style="list-style-type: none">• communiquent et argumentent dans différentes formes sociales ;
<ul style="list-style-type: none">• présentent progressivement de manière autonome des résultats d'apprentissage et de travail de manière correcte et appropriée ;
<ul style="list-style-type: none">• utilisent les mathématiques et le langage scientifique, pour des exemples choisis, comme outils utiles à la présentation de relations spécialisées ;
<ul style="list-style-type: none">• verbalisent et/ou schématisent les procédures.
Évaluation scientifique
<ul style="list-style-type: none">• jugent différentes mesures et conduites prises pour le maintien de leur santé et pour la responsabilité sociale ;
<ul style="list-style-type: none">• débattent des possibilités d'action d'une participation écologiquement saine et biocompatible dans le sens de la durabilité.

Compétences liées au contenu

Compétences disciplinaires

Biologie

Métabolisme et transformations d'énergie

- expliquent les processus métaboliques et les organes du métabolisme chez l'homme à l'aide de modèles plus complexes et explicitent leurs connexions ;
- décrivent et expliquent les processus métaboliques et les organes du métabolisme chez les vertébrés et les plantes vertes à l'aide de modèles et explicitent leurs connexions ;
- expliquent les caractéristiques d'un système chez les organismes en prenant comme exemple le métabolisme de ceux-ci ;

Reproduction et hérédité

- expliquent les bases de la reproduction des êtres vivants comme celle de l'Homme et des vertébrés ;
- décrivent le vieillissement et les différentes phases de développement de l'Homme et, en particulier, la puberté.

Structure et fonction

- décrivent et appréhendent les liens entre la structure et la fonction des cellules et d'organes ;
- élucident le lien entre la structure et la fonction de la peau, du nez et de la langue ;
- comprennent le « mouvement » comme une performance complexe engageant des muscles, des tendons, des articulations et des os du squelette humain grâce à des modèles.

Réception et traitement des informations

- reconnaissent et comprennent le fonctionnement du système nerveux humain à l'aide de modèles.

Développement, écologie et durabilité

- appréhendent des processus d'interconnexion de complexité croissante au sein d'écosystèmes et entre écosystèmes ;
- explorent la variabilité et l'aptitude des êtres vivants à s'adapter à leur environnement en puisant des exemples au niveau des organes de locomotion.

Chimie

Structure de la matière

Description

- identifient, décrivent et expliquent les différents états de la matière et les changements d'états dus à l'absorption de chaleur ou l'émission de chaleur ;
- identifient et décrivent la divisibilité de la matière ;
- décrivent et expliquent la relation entre la structure d'une molécule, les états de la matière et leurs propriétés ;

Classification

- élucident la différence entre mélanges homogène et hétérogène ;
- identifient et décrivent les principaux procédés de séparation des mélanges.

Réactions chimiques
<ul style="list-style-type: none"> • décrivent les réactions chimiques au niveau des transformations d'énergie et des transformations de matière ; • interprètent les transformations d'énergie et de matière au niveau de la modification de composition en particules.
Observations, mesures et analyses
<ul style="list-style-type: none"> • pas de compétence spécifique attendue
Chimie et société
<ul style="list-style-type: none"> • pas de compétence spécifique attendue
Physique
Forces, équilibres et mouvements
<ul style="list-style-type: none"> • décrivent des phénomènes de la vie quotidienne et des applications techniques qui se basent sur l'action de forces.
Énergie et thermodynamique
<ul style="list-style-type: none"> • décrivent, à l'aide de modèles, les différentes formes d'énergie et leurs transformations ainsi que le transport d'énergie en considérant les aspects écologiques ; • reconnaissent et décrivent les différentes possibilités de stockage d'énergie ; • élucident, à l'aide d'exemples, la production de courant et son utilisation ; • décrivent l'électricité en utilisant les notions d'énergie, l'intensité de courant, la différence de potentiel et la résistance ; • expliquent les différents types de circuits électriques et lisent des schémas électriques de circuits simples ; • décrivent les effets du champ magnétique et l'effet magnétique du courant lors du passage de celui-ci dans un conducteur ; • décrivent et expliquent des phénomènes et des applications techniques liés au magnétisme.
Rayonnements
<ul style="list-style-type: none"> • observent, décrivent et expliquent le reflet, la dispersion, la réflexion et la réfraction de la lumière ; • déterminent, à partir de différentes sources, le fonctionnement de l'œil et comparent les composantes acoustiques et optiques du point de vue de la perception.
Structure et propriétés de la matière
<ul style="list-style-type: none"> • pas de compétence spécifique attendue

3.2 Compétences terminales

L'ordre dans lequel se retrouvent les différentes compétences de ce chapitre ne constitue pas une chronologie obligatoire dans les cours.

À la fin de la 6^e année de l'enseignement secondaire
Les élèves...
Compétences scientifiques générales
Démarche scientifique
Utiliser des méthodes expérimentales et des méthodes d'analyse
<ul style="list-style-type: none">• formulent des questions à partir de représentations et d'analyses scientifiques ;
<ul style="list-style-type: none">• transposent graphiquement des données ;
<ul style="list-style-type: none">• déduisent, de phénomènes observés, des hypothèses et développent des pistes afin de vérifier la validité de celles-ci ;
<ul style="list-style-type: none">• tirent des conclusions conformes à partir de résultats d'investigations ;
<ul style="list-style-type: none">• appliquent automatiquement et de manière autonome les règles de sécurité et utilisent leurs connaissances des substances, des réactions et du matériel de laboratoire au cours de manipulations ;
<ul style="list-style-type: none">• expérimentent de manière consciencieuse en respectant les règles de sécurité adéquates et les critères scientifiques méthodologiques ;
<ul style="list-style-type: none">• distinguent, de manière appropriée, des expériences illustratives et des expériences lors de processus de recherche scientifique ainsi que le rôle de l'expérience pour tester des hypothèses et des expériences exploratoires dans le but d'obtention d'hypothèses ;
<ul style="list-style-type: none">• interprètent des mesures en considérant leur fiabilité et leur pertinence ;
<ul style="list-style-type: none">• optimisent les conditions de manipulation en considérant les critères ciblés, par exemple la minimisation des erreurs de mesure, l'augmentation de la production ;
<ul style="list-style-type: none">• distinguent les méthodes d'investigation selon différents critères et choisissent, de manière appropriée, selon l'utilité et les résultats escomptés ainsi que l'investissement nécessaire, une méthode ou un instrument de mesure adéquats ;
<ul style="list-style-type: none">• planifient et exécutent des projets de recherche empirique (question posée, recherche, documentation, réflexion et discussion des résultats, protocole expérimental) ;
<ul style="list-style-type: none">• développent des questions qui trouveront des réponses grâce à des méthodes scientifiques.
Travail à partir de modèles
<ul style="list-style-type: none">• distinguent la réalité d'une part et les modèles scientifiques d'autre part ;
<ul style="list-style-type: none">• distinguent de manière adéquate des modèles qualitatifs et quantitatifs, les choisissent de manière appropriée et les utilisent ;
<ul style="list-style-type: none">• utilisent différents modèles pour expliquer un phénomène scientifique et comparent leurs valeurs explicatives respectives ;
<ul style="list-style-type: none">• réfléchissent à la validité et aux limites des différents modèles tout comme au processus d'élaboration du modèle ;
<ul style="list-style-type: none">• modélisent progressivement grâce à l'outil mathématique des relations complexes et aboutissent à des prévisions ;

Communication scientifique

- utilisent le langage scientifique et mathématique adéquat pour communiquer et argumenter dans différentes formes sociales ;
- identifient des dépendances linéaire, inverse ou carrée dans les formules et les graphiques ;
- utilisent des moyens appropriés ainsi que des moyens multimédias pour une présentation de résultats ciblée et fondée scientifiquement ;
- basent leurs déclarations de manière adéquate sur des évidences empiriques et sur des arguments théoriques et mathématiques ;
- recherchent de la documentation sur des faits scientifiques en se basant sur des sources différentes et sélectionnent des informations pertinentes (aussi en langue étrangère), vérifient la qualité des informations spécialisées et les traitent aussi à l'aide de différentes techniques et méthodes ;
- choisissent, de manière appropriée selon l'utilité et les résultats escomptés ainsi que l'investissement nécessaire, les formes de présentations intéressantes et les appliquent ;
- illustrent des résultats de mesures sous forme graphique, mathématique et imagée ;
- communiquent dans le jargon scientifique et en langage courant en fonction du destinataire ;
- communiquent des résultats de mesure ou de calcul dans les unités adéquates.

Évaluation scientifique

- distinguent des arguments scientifiques d'arguments éthiques ;
- évaluent les connaissances scientifiques actuelles du point de vue éthique ;
- interprètent des ensembles de données, des textes spécialisés et des représentations graphiques et tirent des conclusions en vue de répondre à des questionnements préalables ;
- intègrent des faits scientifiques dans des contextes supérieurs reliés et évaluent les stratégies de résolution scientifiques et techniques/technologiques ;
- établissent des liens entre les connaissances scientifiques et l'évolution de la société ;
- situent les découvertes scientifiques, les courants de pensée, la philosophie et l'état des connaissances scientifiques dans leurs contextes historiques ;
- examinent de manière critique des déclarations à la lumière du fond intentionnel et historique de la source ;
- évaluent la validité d'une conclusion à la lumière de la nature et de l'importance des données sous-jacentes ;
- interprètent, de manière autonome à l'aide de leurs connaissances scientifiques, les aspects scientifiques de phénomènes quotidiens ;
- donnent des exemples de la nécessité absolue des sciences appliquées et des techniques modernes ainsi que leur cohabitation dans des stratégies pour résoudre des défis mondiaux ;
- évaluent des déclarations parues dans les médias au niveau de leur exactitude scientifique et discutent celles-ci sous différents angles ;
- évaluent les différentes options d'action d'une participation, en accord avec la nature et l'environnement, dans le sens de la durabilité et en tenant compte des aspects économiques et de la cohabitation entre la technologie et les sciences.

Compétences liées au contenu

Compétences disciplinaires

Biologie

Métabolisme et transformations d'énergie

- décrivent transport de matière, catabolisme et anabolisme tout comme la transformation d'énergie chez les cellules, les plantes et les animaux en utilisant des modèles de structures et des modèles de fonctions ;
- créent des liens entre organismes dans leur biotope du point de vue des cycles biogéochimiques et des flux d'énergie ;
- distinguent de manière appropriée les groupes de nutriments, donnent des exemples et leurs caractéristiques et décrivent leur digestion ;
- connaissent les besoins de leur corps et les dangers du mépris de celui-ci ;
- distinguent les processus anaérobie et aérobie ;
- décrivent les processus du métabolisme au niveau biochimique.

Reproduction et hérédité

- élucident l'intérêt de la division cellulaire pour la croissance, la reproduction et la multiplication ;
- décrivent l'origine et le développement de la vie chez l'humain, de la production des gamètes jusqu'à la naissance ;
- décrivent les différentes formes de reproduction ;
- discutent des schémas de croisement et des analyses d'arbres généalogiques ;
- interprètent des faits génétiques au niveau moléculaire ;
- discutent de questions actuelles de génie génétique.

Structure et fonction

- décrivent le cycle cellulaire, la division cellulaire et la gamétogénèse ;
- font des liens entre les notions et varient entre les niveaux d'organisation du vivant : molécule, cellule, organe, organisme, population, écosystème et biosphère ;
- comparent et distinguent différents types cellulaires et leurs organites et leur attribuent leurs rôles ;
- indiquent les différences et similitudes structurelles et fonctionnelles des organismes et des groupes d'organismes ;
- décrivent la structure et la fonction des organes humains et des différents systèmes (le système hormonal, le système nerveux, le système immunitaire, les systèmes de transport, etc.) ;
- décrivent le lien fondamental entre structure et fonction à l'aide d'exemples.

Réception et traitement des informations

- décrivent et expliquent la réception et le transfert d'information dans l'organisme par les sens, les systèmes nerveux, immunitaire et hormonal ainsi que leurs prérequis structurels ;
- font des liens entre systèmes complémentaires de transfert d'information.

Développement, écologie et durabilité

- formulent les thèses principales des théories de l'évolution et comparent ou prouvent celles-ci à l'aide d'exemples choisis ;

<ul style="list-style-type: none"> décrivent et expliquent le déroulement et les causes de l'évolution ainsi que les mécanismes de l'évolution à l'aide d'exemples choisis ;
<ul style="list-style-type: none"> décrivent les interactions entre organismes et matière inerte ;
<ul style="list-style-type: none"> discutent la relation de parenté d'organismes (cladistique) ;
<ul style="list-style-type: none"> décrivent et expliquent l'adaptation d'organismes déterminés à leur environnement et la variabilité de ceux-ci ;
<ul style="list-style-type: none"> décrivent l'écosystème et la biosphère comme systèmes qui changent au cours du temps ;
<ul style="list-style-type: none"> expliquent les cycles biogéochimiques ainsi que le flux d'énergie dans un écosystème ;
<ul style="list-style-type: none"> décrivent l'organisation structurelle et fonctionnelle d'un écosystème et généralisent celles-ci ;
<ul style="list-style-type: none"> décrivent et débattent les suites écologiques des évolutions technologiques et sociétales ;
<ul style="list-style-type: none"> donnent des exemples fondés de développement durable et discutent les critères fondamentaux du développement durable ;
Chimie
Structure de la matière
Description
<ul style="list-style-type: none"> donnent des exemples de produits courants ainsi que leurs symboles et formules chimiques et décrivent leurs propriétés propres dans un langage spécialisé ;
<ul style="list-style-type: none"> utilisent de manière appropriée le langage spécifique et symbolique ainsi que la notation scientifique standardisée ;
<ul style="list-style-type: none"> commentent des structures observées dans le tableau périodique des éléments et prélèvent des informations pertinentes ;
<ul style="list-style-type: none"> interprètent la diversité des composés par des possibilités de combinaison et d'arrangement des particules et en fonction de leurs interactions ;
<ul style="list-style-type: none"> utilisent des modèles et des représentations différents pour des atomes et des composés ;
<ul style="list-style-type: none"> interprètent des propriétés de la matière au niveau particulaire à l'aide de modèles appropriés ;
<ul style="list-style-type: none"> pronostiquent la disposition spatiale des particules ainsi que des propriétés de la matière en fonction des interactions intermoléculaires et intramoléculaires ;
<ul style="list-style-type: none"> distinguent de manière appropriée les particules subatomiques ainsi qu'entre les notions d'atome, élément, isotope, molécule, liaison et composés chimiques ;
<ul style="list-style-type: none"> calculent de façon appropriée des quantités et concentrations.
Classification
<ul style="list-style-type: none"> pronostiquent des propriétés des éléments chimiques selon leur position dans le système périodique;
<ul style="list-style-type: none"> nomment des composés organiques grâce à la nomenclature IUPAC (IUPAC : <i>International Union of Pure and Applied Chemistry</i>, Union internationale de chimie pure et appliquée);
<ul style="list-style-type: none"> identifient des groupes fonctionnels de composés organiques et inorganiques et leur attribuent leurs caractéristiques ;
<ul style="list-style-type: none"> distinguent et classifient les substances en fonction de leurs propriétés ou en fonction des caractéristiques de composition et de la structure des particules, tirent des conclusions concernant une possibilité d'utilisation ;

<ul style="list-style-type: none"> distinguent les composés covalents des composés ioniques et des métaux sur la base des liaisons.
Réactions chimiques
<ul style="list-style-type: none"> interprètent les réactions chimiques comme une réorganisation de particules ou d'électrons ;
<ul style="list-style-type: none"> appliquent le vocabulaire approprié et les règles pour l'écriture des formules brutes, des équations chimiques et pour le calcul du rendement d'une réaction chimique ;
<ul style="list-style-type: none"> identifient de manière appropriée des types de réaction de base (p. ex. : décomposition, association, réarrangement simple et double) et des types de réaction spécifiques (condensation, élimination) ainsi que des réactions d'après le concept de donneur-accepteur et pronostiquent leur déroulement ;
<ul style="list-style-type: none"> expliquent les phénomènes macroscopiques d'une réaction chimique (transsubstantiation, phénomènes énergétiques) à l'aide de considérations submicroscopiques.
Concept de donneur-accepteur
<ul style="list-style-type: none"> identifient les réactions de donneur-accepteur et le rôle des particules impliquées ;
<ul style="list-style-type: none"> écrivent des équations chimiques pondérées à partir de réactions observées, aussi sous forme ionique ;
<ul style="list-style-type: none"> commentent des valeurs de pH ;
<ul style="list-style-type: none"> décrivent des processus électrochimiques.
Énergétique et cinétique
<ul style="list-style-type: none"> classent des réactions chimiques selon différents critères (en équilibre, spontanée, exothermique, etc.) et établissent le lien avec l'énergie interne des composés impliqués ;
<ul style="list-style-type: none"> discutent à l'aide des principes d'enthalpie et d'entropie de la réversibilité d'une réaction chimique et de l'optimisation du rendement de la réaction grâce aux changements des conditions de production ;
<ul style="list-style-type: none"> établissent des liens entre la vitesse de réaction et les conditions de réaction.
Équilibres chimiques
<ul style="list-style-type: none"> identifient les réactions à l'équilibre et appliquent la loi de Guldberg et Waage ;
<ul style="list-style-type: none"> font des liens entre changements des conditions de la réaction chimique et le rendement de celle-ci.
Observations, mesures et analyses
<ul style="list-style-type: none"> formulent des hypothèses, expérimentent de manière sûre et propre avec un but précis, observent et tirent des conclusions ;
<ul style="list-style-type: none"> décrivent des procédés d'analyse, de test et de synthèse courants et les mettent en œuvre ;
<ul style="list-style-type: none"> réalisent des expériences pour détecter des substances, des caractéristiques structurelles des substances et des éléments présents dans des substances ;
<ul style="list-style-type: none"> calculent les grandeurs chimiques, représentent graphiquement les mesures ou prélèvent des résultats de mesures sur la base graphique.
Chimie et société
<ul style="list-style-type: none"> élucident et décrivent l'importance, l'extraction, le traitement et la synthèse de substances importantes et les conséquences inhérentes pour l'économie, la technologie et l'environnement ainsi que des méthodes de préservation de l'environnement ;
<ul style="list-style-type: none"> élucident l'utilité, la présence et la transformation de substances chimiques dans la

nature et dans les êtres vivants ;
<ul style="list-style-type: none"> recherchent des informations concernant des faits en relation avec la chimie, les évaluent, les représentent et les présentent.
Physique
Forces, équilibres, mouvements et champs
<ul style="list-style-type: none"> décrivent des processus mécaniques et des mouvements grâce à différentes perspectives cinématiques et dynamiques ;
<ul style="list-style-type: none"> utilisent de manière appropriée des systèmes physiques pour décrire des mouvements ;
<ul style="list-style-type: none"> établissent des relations entre forces et états de mouvement ou déformations ;
<ul style="list-style-type: none"> distinguent de manière appropriée des états d'équilibre statique et dynamique ;
<ul style="list-style-type: none"> modélisent des déroulements séquentiels simples de mouvements et l'effet de forces sur la matière et les corps ;
<ul style="list-style-type: none"> utilisent et interprètent différentes représentations de déroulements séquentiels de mouvements ;
<ul style="list-style-type: none"> expliquent des applications techniques et naturelles de manière appropriée en utilisant la notion de pression ;
<ul style="list-style-type: none"> classent et comparent des forces selon différents critères ;
<ul style="list-style-type: none"> appliquent les principes mécaniques fondamentaux aux mouvements en dehors du système terrestre ;
<ul style="list-style-type: none"> expliquent à l'aide d'exemples, que des formules décrivent des modèles qui n'ont leur légitimité que dans un système physique préétabli ;
<ul style="list-style-type: none"> décrivent des champs à partir des lignes de champ ;
<ul style="list-style-type: none"> identifient les dangers liés au chargement et déchargement électrostatiques et leur attribuent des mesures de protection ;
<ul style="list-style-type: none"> montrent des analogies entre les différents champs de force ;
<ul style="list-style-type: none"> interprètent l'interaction entre corps soumis à des champs.
Énergie et thermodynamique
<ul style="list-style-type: none"> décrivent des aspects énergétiques de systèmes considérés et effectuent des calculs ;
<ul style="list-style-type: none"> distinguent les différentes formes d'énergie et leur valeur ;
<ul style="list-style-type: none"> interprètent des processus mécanique, chimique et biologique spontanés par une dépréciation d'énergie ;
<ul style="list-style-type: none"> interprètent des processus de transformation et de stockage d'énergie à l'aide de modèles mécanique, électromagnétique et chimique ;
<ul style="list-style-type: none"> imputent les dangers du courant électrique à différents facteurs ;
<ul style="list-style-type: none"> soupèsent le danger et l'utilité des différentes formes d'énergie ;
<ul style="list-style-type: none"> montrent les relations entre différentes grandeurs de la mécanique et de l'électricité et recourent à des réflexions sur leur analogie ;
<ul style="list-style-type: none"> comparent et évaluent de manière appropriée des méthodes de mise à disposition de l'énergie tenant compte des aspects environnementaux ;
<ul style="list-style-type: none"> interprètent l'interaction entre courant et magnétisme ;
<ul style="list-style-type: none"> distinguent de manière appropriée énergie interne, chaleur comme variable d'état d'un système et variable de transfert entre systèmes et température ;
<ul style="list-style-type: none"> utilisent de manière appropriée la loi de conservation de l'énergie et connaissent ses

limites ;	
<ul style="list-style-type: none"> • interprètent la transmission de chaleur grâce à différents modèles appropriés ; 	
<ul style="list-style-type: none"> • décrivent le mode de fonctionnement de machines thermiques et les changements d'état réversible et irréversible ; 	
<ul style="list-style-type: none"> • distinguent de manière appropriée les phénomènes spontanés de phénomènes non spontanés. 	
Rayonnements, oscillations, ondes et particules	
<ul style="list-style-type: none"> • utilisent de façon appropriée le modèle des rayonnements, les modèles ondulatoire et corpusculaire et discutent les limites de l'optique géométrique et des théories ondulatoires et corpusculaires ; 	
<ul style="list-style-type: none"> • interprètent et décrivent différents types d'ondes à l'aide de leurs grandeurs caractéristiques ; 	
<ul style="list-style-type: none"> • distinguent les ondes électromagnétiques des ondes matérielles, leurs productions et leurs propagations et leurs applications technologiques ; 	
<ul style="list-style-type: none"> • créent des liens entre oscillations et ondes ; 	
<ul style="list-style-type: none"> • discutent le rôle des phénomènes de résonance ; 	
<ul style="list-style-type: none"> • construisent des ondes résultantes ; 	
<ul style="list-style-type: none"> • interprètent l'interaction entre les ondes électromagnétiques et la matière ; 	
<ul style="list-style-type: none"> • créent des liens entre onde électromagnétique et énergie. 	
Structure et propriétés de la matière	
Radioactivité et énergie nucléaire	
<ul style="list-style-type: none"> • décrivent par une approche systémique les interactions des particules constituant la matière ; 	
<ul style="list-style-type: none"> • interprètent la cohésion de la matière par des forces agissant au niveau microscopique ; 	
<ul style="list-style-type: none"> • commentent l'équivalence énergie/matière ; 	
<ul style="list-style-type: none"> • discutent et soupèsent l'utilité et les dangers liés à la radioactivité. 	
Théorie de la relativité et physique quantique	
Cours général	Cours renforcé
<ul style="list-style-type: none"> • pas d'attente de compétence spécifique 	<ul style="list-style-type: none"> • discutent des systèmes inhérent à la mécanique quantique ;
	<ul style="list-style-type: none"> • décrivent des technologies qui se basent sur les effets quantiques ;
	<ul style="list-style-type: none"> • comparent l'approche quantique et une description classique d'un système.

4. Recommandations pour un enseignement de qualité

Le cours de sciences met l'accent sur une approche pratique et un accès expérimental. Les élèves participent essentiellement au processus de recherche de thèmes/problématiques et de résolution de problèmes. Cela veut dire qu'en plus des contenus, il s'agit surtout d'élargir les compétences méthodologiques en vue d'un apprentissage basé sur la découverte, l'autonomie et l'investigation. Le cours de sciences vise également à cultiver l'ébauche de modèles et de théories ainsi que leur révision, leur vérification et le développement de stratégies de résolution de problèmes ainsi que leur documentation et justification adaptées à l'âge des élèves.

Orientation pratique et active

En réalisant des expériences, on se réfère à la théorie de façon systématique et avec un but précis (par exemple, dans l'utilisation d'outils de mesures, lors de variations ciblées des conditions d'expérimentation, d'élaboration de tableaux et diagrammes et dans l'interprétation des résultats dans le cadre de modèles ou de théories).

Travail expérimental

L'approche didactique de la perspective scientifique multiple est considérée comme étant essentielle. Les faits extraits de la vie quotidienne des élèves, leurs expériences et leurs idées doivent être traités en tant qu'apparitions phénoménologiques naturelles et interprétés de manière théorique avec des hypothèses appropriées. Le cours apporte aussi bien des connaissances de base que des compréhensions plus approfondies concernant les manières de penser et les méthodes de travail scientifiques et techniques. L'accès expérimental, l'expérience immédiate et l'observation soignée constituent le point central du cours.

La perspective scientifique multiple

Les situations de départ centrées sur des problèmes permettent un apprentissage via l'action. C'est pourquoi les contenus du cours doivent être judicieusement reliés les uns aux autres, au sein du cours et également avec d'autres disciplines. Une compréhension concernant la synergie des aspects scientifiques, techniques, économiques et écologiques va ainsi croître graduellement.

Le cours de sciences se base par principe sur une interconnexion sensée des contenus mentionnés. Il vise à augmenter la compréhension scientifique et technique des élèves. Cette compréhension comprend non seulement le rapport entre les connaissances scientifiques et les utilisations techniques, mais aussi les compréhensions fondamentales des similarités et des différences dans les manières de travailler scientifique et technique. Dans le domaine de la technique et de l'industrie, le cours de sciences a pour but de développer chez les élèves une première compréhension des méthodes de fabrication ainsi que des utilisations de techniques et de méthodes industrielles dans la société actuelle.

Ancrage des sciences dans la technique et notamment dans l'industrie

L'organisation moderne du cours de sciences nécessite de faire intervenir des tâches variées afin de contribuer à l'organisation d'un apprentissage actif. C'est justement grâce à des tâches bien pensées que des activités comme la description, la comparaison, la classification, l'identification et la modélisation de rapports peuvent être introduites et renforcées lors des cours. De cette manière, les élèves peuvent utiliser leurs connaissances scientifiques et construire des relations avec les pratiques de leur vie quotidienne.

Développer une culture du devoir

L'orientation pratique et le rapport aux applications des cours de sciences nécessitent une collaboration avec des interlocuteurs extrascolaires, en particulier des universités, des représentants de différents secteurs d'activités, et l'utilisation d'endroits d'apprentissages extrascolaires.

Endroits d'apprentissage extrascolaires

Le cours de sciences ne peut pas uniquement véhiculer un savoir conceptuel, mais se doit d'ancrer ce savoir de base dans ses contextes expérimentaux, historiques, économiques, éthiques et culturels. Il se doit également de lier ce savoir conceptuel avec des utilisations pratiques et industrielles. Ce savoir conceptuel ne peut donc être une fin en soi.

La science et la technologie sont dans une relation d'interdépendance mutuelle. La science moderne ne peut pas se passer de ressources technologiques. Ces moyens ouvrent de nouvelles perspectives qui créent de nouvelles connaissances et de nouveaux points de vue. Il est indispensable de familiariser les élèves avec de telles ressources et technologies modernes, aussi bien pour obtenir une compréhension détaillée des méthodes de travail scientifiques que pour permettre aux élèves de suivre des études supérieures scientifiques. À ce propos, une utilisation intensive des nouveaux média est également indispensable.

Les ressources technologiques et les nouveaux médias

Les connaissances scientifiques influencent de plus en plus les décisions politiques. En conséquence, les connaissances scientifiques de base font partie intégrante de la culture générale et créent la base des prises de décisions et des actions adultes et responsables. C'est pourquoi chaque élève doit être capable de comprendre des informations scientifiques et d'évaluer les résultats de recherches actuelles de manière autonome.

Communication et évaluation scientifiques

Un curriculum en spirale permet une consolidation et un élargissement du savoir acquis grâce à la répétition et à l'approfondissement des contenus mis en contexte à des niveaux de plus en plus abstraits, tout en les interconnectant.

Un curriculum en spirale

Cours de base – cours général – cours renforcé

Cours de base, cours général, cours renforcé

Le choix d'un élève pour un cours de base, général ou renforcé peut être motivé par beaucoup de facteurs différents. Même s'il est possible de partir du principe que la motivation à approfondir et à se spécialiser dans la matière proposée par le cours renforcé est bien réelle, les motifs expliquant le choix des cours de base ou général sont, eux, très variés. Ils partent d'un devoir obligatoire et vont jusqu'à une motivation comparable à celle trouvée en majeure partie dans le cours renforcé. Le cours de base et le cours général doivent prendre en compte ces motivations. Tous les cours visent à élaborer les contenus contextualisés de façon exemplaire. Les cours de base et généraux devraient aussi proposer une élaboration pratique/expérimentale et une assimilation autonome centrée sur des problèmes.

L'apprentissage intradisciplinaire et transdisciplinaire offre diverses possibilités de motivation grâce à un changement de perspectives. Puisque les thèmes scientifiques déterminent une large partie de la société et de la vie sociale, il est normal de les situer dans leurs contextes historique, économique et politique.

Passer d'un cours de base ou général à un cours renforcé après le deuxième degré de l'enseignement secondaire devrait être possible dans l'absolu. Cependant, il exige de l'élève concerné un apprentissage autonome concernant des compétences et des contenus contextuels additionnels.

Changement de l'orientation des études

Le cours de base transmet à l'élève des connaissances et des compétences scientifiques de base. Il devrait prioritairement préparer les élèves à une participation adulte et responsable à la société. Puisque ce cours est donné exclusivement dans le deuxième degré de l'enseignement secondaire, il

Cours de base

devrait préparer l'élève à suivre un des deux cours donnés dans le troisième degré (le cours général et le cours renforcé). Le cours de base véhicule également, dans une certaine mesure, des capacités expérimentales ainsi qu'une connaissance fondée de phénomènes scientifiques. Cette considération phénoménologique va, dans ce cours, de pair avec une réduction mathématique.

Cours général

Le cours général a deux buts prioritaires : éveiller l'intérêt des élèves d'une part et leur transmettre une compréhension fondée concernant les rapports et liens scientifiques d'autre part. Notre société est fortement technicisée. Sans connaissances scientifique et technique, les citoyens sont incapables de prendre des décisions fondées et réfléchies. Ils doivent pouvoir prélever, comprendre et évaluer des informations techniques scientifiques. C'est pourquoi le cours général accorde une importance accrue aux compétences de base « évaluation scientifique » et « communication scientifique ».

Une réduction des formalismes mathématiques va de pair avec l'utilisation d'applications souhaitée. Des travaux pratiques aident à l'illustration et sont pratiqués sur le plan qualitatif.

En plus de la transmission d'un savoir technique structuré, le cours renforcé privilégie une référence plus intensive à la théorie et des méthodes scientifiques approfondies employant aussi des outils mathématiques. La modélisation, les expérimentations quantitatives, le lien étroit entre des travaux disciplinaires et interdisciplinaires ainsi qu'une plus grande mesure d'autonomie dans le choix et l'application de méthodes sont privilégiés. L'utilisation de médias électroniques est évidente, également lorsqu'elle sert à la simulation ou à l'illustration à travers des expérimentations en ligne.

Cours renforcé

Les compétences terminales indiquées dans le chapitre 3 valent aussi bien pour le cours général que pour le cours renforcé. Leur contribution à l'éducation générale, à la propédeutique scientifique et à la capacité aux études sont cependant accentuées de manière différente. Ceci se montre aussi bien dans l'accès aux différents champs thématiques que dans le domaine d'exigences dans lequel les élèves sont placés.

Compétences terminales, fin de la 6^{ème} année de l'enseignement secondaire

L'importance accordée au savoir repérant (questions sur le monde, questions existentielles, etc.) et au savoir des processus (connaissances à propos de processus méthodologiques, fonds de connaissance, définitions de concepts, connaissance de lois et règles, déductions, équipements, procédés expérimentaux allant jusqu'au calcul d'erreurs) est différent dans les deux cours. Le cours général privilégie le savoir repérant. Dans le cours renforcé, le savoir des processus ainsi qu'une interconnexion accrue, qui n'est que rendue possible grâce à des connaissances techniques accrues, sont renforcés.

Les buts et les contenus des cours généraux et renforcés ne diffèrent pas fondamentalement. Les cours généraux représentent le niveau d'apprentissage sous l'aspect de la formation de base de la propédeutique scientifique, alors que le cours renforcé représente une formation approfondie exemplaire et traite systématiquement de contenus, théories et modèles essentiels.

Les différences au niveau des domaines d'exigences entre les cours généraux et renforcés sont précisées dans le tableau suivant :

	Cours de base (deuxième degré)	Cours général	Cours renforcé
Savoir de base structuré	Dans la mesure du possible, les thèmes sont transmis en contexte.	Dans la mesure du possible, les thèmes font référence aux hommes, à leur environnement immédiat.	Approfondissement de thèmes isolés Domaines thématiques supplémentaires Projets
Propédeutique scientifique (introduction à la méthodologie et au langage scientifiques)	Développement d'une argumentation fondée de manière rationnelle et justifiée	Développement d'une argumentation basée sur des connaissances de base techniques et langagières scientifiques	Développement d'une modélisation et d'une argumentation irrécusables sur le plan mathématique et langagier scientifique
Pertinence sociale	Les conséquences sociales et les liens sociaux sont établis, évalués de manière argumentative et discutés.	Les conséquences sociales et les liens sociaux sont établis et évalués au moyen d'arguments techniques et multidisciplinaires.	Les impacts et les liens sociaux sont établis et évalués au moyen d'arguments techniques et multidisciplinaires. Travail de collaboration avec des universités, des firmes, etc.
Travail intradisciplinaire et transdisciplinaire	Collaboration renforcée au-delà de la matière	Collaboration renforcée au-delà de la matière	Travail transdisciplinaire renforcé entre les trois matières scientifiques et les mathématiques, l'informatique et les langues étrangères
Méthodes de travail générales	Connaissances des méthodes de travail scientifiques On privilégie des expériences simples et qualitatives.	Connaissances des méthodes de travail scientifiques On privilégie des expériences qualitatives.	Élargissement du spectre des méthodes de travail des domaines scientifiques Renforcement des expériences qualitatives, quantitatives, réalisées par les élèves

Connectivité

Connectivité

Le but premier du troisième degré de l'enseignement secondaire général doit être d'assurer l'accès à des études supérieures. Pour ce faire, le cours renforcé vise à dispenser une préparation ciblée à des filières d'études scientifiques. Le cours général, lui, se concentre sur une formation de base solide, ce qui rend possible une réorientation des études après obtention du CESS.

Chaque cours transmet aussi bien des connaissances propres au monde du travail que des informations portant sur les filières d'études spécialisées.

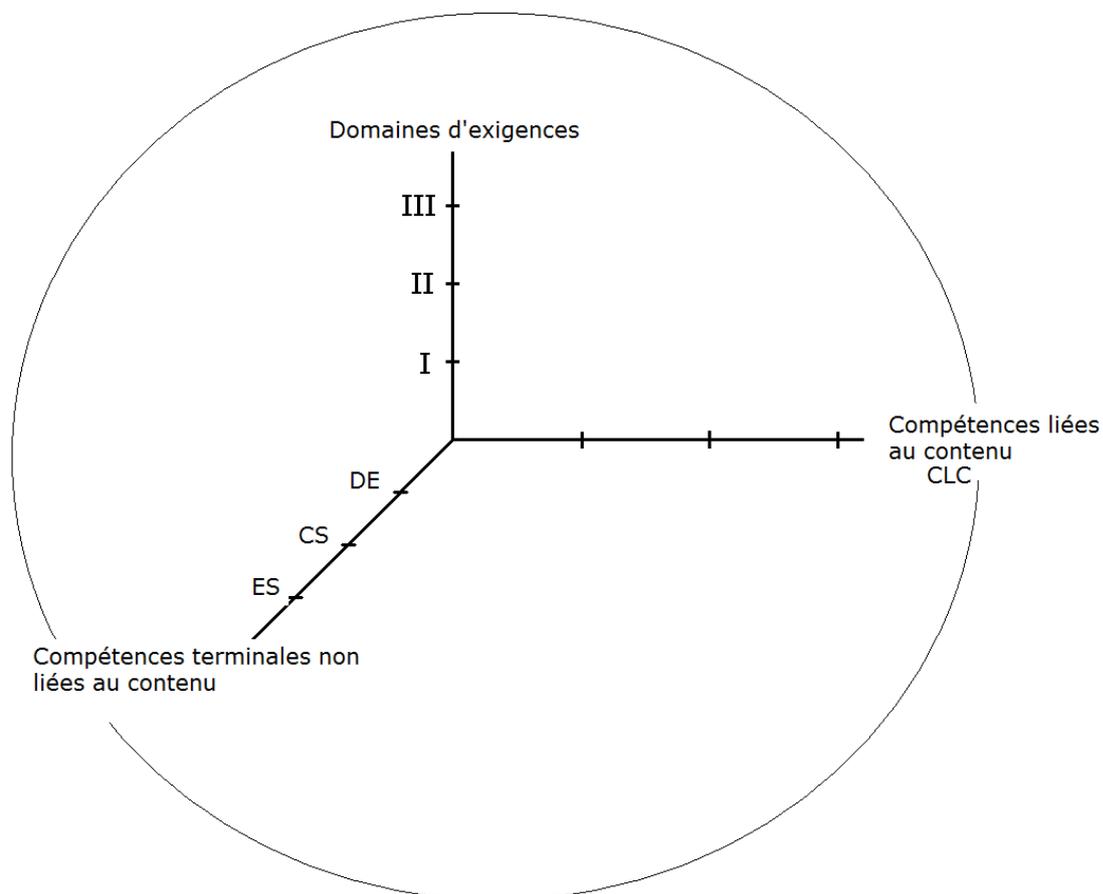
Domaines d'exigences

Domaines
d'exigences

Chaque domaine de compétence (démarche scientifique DE, la communication scientifique CS, l'évaluation scientifique ES, la compétence scientifique liée au contenu CLC) peut être évalué sur au moins trois domaines d'exigences. Les tâches des différents domaines devraient tester les points suivants :

Domaines d'exigences			
	I (reproduction)	II (utilisation)	III (transfert/généralisation)
démarche scientifique (DE)	<p>DECRIRE DES METHODES TECHNIQUES</p> <p>Description des modèles et des méthodes d'investigation, mener des investigations en suivant des instructions</p>	<p>UTILISER DES METHODES TECHNIQUES</p> <p>Choix autonome de méthodes d'investigation, de modèles appropriés ainsi que leur utilisation</p>	<p>CHOISIR ET UTILISER DES METHODES TECHNIQUES APPROPRIEES A DES PROBLEMES</p> <p>Choix autonome et justifié de méthodes d'investigations, de modèles ainsi que leur utilisation et adaptation</p>
communication scientifique (CS)	<p>TRAVAILLER AVEC DES REPRESENTATIONS CONNUES</p> <p>Comprendre et présenter des informations connues</p>	<p>UTILISER DES REPRESENTATIONS APPROPRIEES</p> <p>Comprendre et représenter des informations en utilisant des formes de représentation appropriées</p>	<p>CHOISIR ET UTILISER DES REPRESENTATIONS DE FAÇON AUTONOME</p> <p>Le choix autonome de formes de communication qui soient adaptées aux situations et destinataires, l'exploitation, la réflexion et l'utilisation d'informations pour ses propres argumentations</p>
évaluation scientifique (ES)	<p>COMPRENDRE DES EVALUATIONS DONNEES</p> <p>Reconnaître et reproduire des arguments évaluatifs donnés</p>	<p>JUGER ET COMMENTER DES EVALUATIONS DONNEES</p> <p>Choisir et utiliser des arguments évaluatifs appropriés</p>	<p>REALISER SES PROPRES EVALUATIONS</p> <p>Réflexion sur des arguments évaluatifs sur la base de différentes perspectives et réflexion sur les processus décisionnels</p>
compétence scientifique liée au contenu (CLC)	<p>REPRODUIRE LE SAVOIR</p> <p>Reproduire des faits et des méthodes techniques simples</p>	<p>UTILISER LE SAVOIR</p> <p>Utiliser le savoir et les compétences dans de nouvelles situations, réorganiser des faits complexes</p>	<p>TRANSFERER ET COMBINER LE SAVOIR</p> <p>En plus d'utiliser en situation et de transférer des faits complexes, généraliser les connaissances</p>

Les concepts de base compris en tant qu'idées motrices, en tant que lunettes scientifiques à travers lesquelles on observe les faits, combinent et structurent les champs thématiques



Domaines d'exigences I, II, III

Compétences scientifiques liées au contenu en biologie, chimie et physique

Compétences terminales qui ne sont pas centrées sur le contenu : démarche scientifique (DE), communication scientifique (CS), évaluation scientifique (ES)

5. Références aux compétences terminales, contenus/contextes d'apprentissage

5.1. Aperçu des champs thématiques

Enseignement général et technique de transition du secondaire			
	1 ^{er} degré	2 ^e degré	3 ^e degré
Compétences scientifiques générales	BIOLOGIE	Métabolisme et transformation d'énergie Reproduction et hérédité Structure et fonction Réception et traitement des informations Développement, écologie et durabilité	
	CHIMIE	Structure de la matière (Description, Classification) Réactions chimiques <ul style="list-style-type: none"> 1) Principe Donneur-Accepteur 2) Énergétique et cinétique 3) Équilibres chimiques Observations, mesures et analyses Chimie et société	
	PHYSIQUE	Forces, équilibres et mouvements Énergie et thermodynamique Rayonnements, oscillations, ondes et particules Structure et propriétés de la matière <ul style="list-style-type: none"> 1) Radioactivité et énergie nucléaire 2) <u>Cours renforcé</u> : théorie de la relativité et physique quantique 	

5.2. Compétences, contenus/contextes d'apprentissage

Tous les contenus et contextes d'apprentissage indiqués dans la colonne de droite servent à l'acquisition des compétences par l'élève. Ils ne sont pas à considérer comme une liste exhaustive qu'on devrait traiter point par point. Lors de la préparation et de la conception des cours, les enseignants peuvent, voire doivent, tout en le motivant sur le plan pédagogique, établir des priorités.

Celles-ci peuvent dès lors être différentes d'une année à l'autre.

L'ordre dans lequel se retrouvent les différentes attentes de compétences de ce chapitre n'obéit pas à une chronologie obligatoire dans les cours.

5.2.1. Biologie

5.2.1.1. Deuxième degré de l'enseignement secondaire

2^e degré de l'enseignement secondaire : biologie : cours de base	
Compétences attendues	Contenus/Contextes
Les élèves...	
Métabolisme et transformation d'énergie	
<ul style="list-style-type: none"> décrivent les transformations d'énergie au niveau du métabolisme d'organismes à l'aide de modèles 	<ul style="list-style-type: none"> photosynthèse respiration cellulaire des plantes et des animaux
<ul style="list-style-type: none"> décrivent les transformations et flux d'énergie ainsi que les cycles de matière dans leur connectivité de façon exemplaire dans un biotope donné 	<ul style="list-style-type: none"> photosynthèse, biomasse, chaînes alimentaires p. ex. : cycle du carbone, cycle de l'azote
<ul style="list-style-type: none"> nomment des macromolécules importantes utilisent des méthodes scientifiques simples pour mettre en évidence différents groupes de substances dans les aliments 	<ul style="list-style-type: none"> les hydrates de carbone, les protéines, les lipides p. ex. : amidon, hydrates de carbone, lipides, protéines
<ul style="list-style-type: none"> interprètent des représentations graphiques et établissent des relations entre l'alimentation, le métabolisme et les besoins énergétiques 	<ul style="list-style-type: none"> pyramide alimentaire
<ul style="list-style-type: none"> donnent des exemples pour un maintien en bonne santé du corps comparent des troubles alimentaires et citent des propositions d'aide pour les personnes concernées 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : alimentation saine, sport anorexie, boulimie
Reproduction et hérédité	
<ul style="list-style-type: none"> décrivent les chromosomes comme porteurs de l'information génétique 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : caryogramme, chromosomes homologues
<ul style="list-style-type: none"> illustrent les conditions nécessaires à une grossesse ainsi que les facteurs de risques et les changements corporels 	<ul style="list-style-type: none"> le cycle menstruel féminin, la fécondation, la nidation, la naissance

pendant une grossesse	
<ul style="list-style-type: none"> débatent des avantages et des inconvénients des différentes méthodes de contraception 	<ul style="list-style-type: none"> moyens de contraception
Structure et fonction	
<ul style="list-style-type: none"> comparent les types de base de cellules par rapport à leur structure identifient des organites choisis à l'aide d'un microscope optique et/ou sur des représentations attribuent leur fonction aux organites décrivent le cycle cellulaire 	<ul style="list-style-type: none"> eucaryote (cellule végétale et animale) et procaryote p. ex. : membrane, noyau cellulaire, chloroplaste mitose, interphase divisions incontrôlées, cancer
Réception et traitement des informations	
<ul style="list-style-type: none"> décrivent et expliquent à l'aide d'exemples donnés les conditions structurelles nécessaires – et les dysfonctionnements – à la perception et au traitement des informations dans l'organisme 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : œil humain, oreille humaine, peau p. ex. : surdité, myopie et presbytie, strabisme
Développement, �cologie et durabilité	
<ul style="list-style-type: none"> expliquent et illustrent la biodiversité comme résultat de l'adaptation aux conditions de vie montrent les avantages et les inconvénients de l'adaptation d'êtres vivants donnés au lieu de vie 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : adaptation alimentaire, adaptation comportementale p. ex. : niche écologique, biotope/biocénose
<ul style="list-style-type: none"> analysent les évolutions techniques et sociales en matière de conséquences écologiques 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : �mission de CO₂, �cobauege, bilan écologique
<ul style="list-style-type: none"> recherchent des informations ou données en rapport avec le changement de l'écosystème 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : effet de serre, changements climatiques

2^e degré de l'enseignement secondaire : biologie : cours général	
Compétences attendues	Contenus/Contextes
Les élèves...	
Métabolisme et transformation d'énergie	
<ul style="list-style-type: none"> décrivent les transformations d'énergie au niveau du métabolisme d'organismes 	<ul style="list-style-type: none"> photosynthèse (anabolisme) respiration cellulaire des plantes et des animaux (catabolisme)
<ul style="list-style-type: none"> décrivent les transformations et flux d'énergie ainsi que les cycles biogéochimiques dans un biotope donné de façon exemplaire 	<ul style="list-style-type: none"> photosynthèse, biomasse, chaînes alimentaires p. ex. : cycle du carbone, cycle de l'azote
<ul style="list-style-type: none"> nomment les macromolécules principales appliquent des méthodes scientifiques simples pour mettre en évidence différents groupes de substances dans les aliments classent les aliments selon leur composition en nutriments 	<ul style="list-style-type: none"> hydrates de carbone, protéines, lipides p. ex. : amidon, hydrates de carbone, lipides, protéines
<ul style="list-style-type: none"> décrivent la digestion des aliments dans le tube digestif humain et les organes concernés 	<ul style="list-style-type: none"> transformation et résorption des hydrates de carbone, des protéines et des lipides
<ul style="list-style-type: none"> interprètent des représentations graphiques et font des relations entre l'alimentation, le métabolisme et les besoins énergétiques 	<ul style="list-style-type: none"> pyramide alimentaire
<ul style="list-style-type: none"> donnent des exemples pour maintenir son organisme en bonne santé explicitent des troubles de la santé recherchent et documentent les aides proposées 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : alimentation saine, activité physique anorexie, boulimie, dépendance (drogues légales et illégales, vis à vis d'un ordinateur, ludopathie)
Reproduction et hérédité	
<ul style="list-style-type: none"> nomment l'ADN comme porteur de l'information génétique décrivent les chromosomes comme porteurs de l'hérédité 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : caryogrammes, chromosomes homologues, chromosomes haploïdes/diploïdes
<ul style="list-style-type: none"> explicitent les conditions nécessaires à une grossesse, les changements corporels pendant une grossesse ainsi que les facteurs de risques discutent des avantages et des inconvénients des différentes méthodes de contraception 	<ul style="list-style-type: none"> le cycle menstruel féminin, la fécondation, la nidation, la naissance moyens de contraception
Structure et fonction	
<ul style="list-style-type: none"> décrivent les niveaux d'organisation biologique 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : cellule, tissu, organe, organisme

<ul style="list-style-type: none"> décrivent le cycle cellulaire 	<ul style="list-style-type: none"> mitose, interphase division cellulaire non contrôlée, cancer
<ul style="list-style-type: none"> comparent différents types de cellules du point de vue de leurs structures distinguent les micro-organismes et les virus 	<ul style="list-style-type: none"> cellules eucaryote (cellule végétale et animale), procaryote p. ex. : virus du sida, E. Coli, plasmodium
<ul style="list-style-type: none"> identifient des organites préalablement choisis à l'aide d'un microscope optique et sur différentes représentations esquissent des cellules observées au microscope attribuent une fonction aux organites décrivent les modes de fonctionnement d'un microscope optique 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : paroi cellulaire, noyau cellulaire, chloroplaste p. ex. : cellules d'épiderme d'oignon, cellule de la muqueuse buccale
<ul style="list-style-type: none"> font des liens entre les différents niveaux d'organisation 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : neurone-système nerveux, cellule épidermique-peau
<ul style="list-style-type: none"> décrivent les relations fondamentales entre la structure et la fonction à l'aide d'exemples utilisent leurs connaissances de base de chimie et de physique ainsi que des modèles pour la description de ces liens 	<ul style="list-style-type: none"> transport de l'eau dans une plante organes et systèmes d'organes choisis chez l'homme et leurs fonctions composants du sang et leurs fonctions
<ul style="list-style-type: none"> justifient des dysfonctionnements par des anomalies de structure et modification de système 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : asthme, le mal aigu des montagnes, les allergies, le diabète
Réception et traitement des informations	
<ul style="list-style-type: none"> nomment des zones du système nerveux central humain responsables du traitement des informations attribuent à ces zones les différentes aires sensorielles 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : télencéphale, cervelet, tronc cérébral, moelle épinière
<ul style="list-style-type: none"> décrivent et expliquent à l'aide d'exemples donnés les conditions structurelles nécessaires pour la perception et le traitement des informations d'un organisme justifient les défaillances de perception des informations d'un organisme liées à des malformations structurelles 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : l'œil humain, l'oreille humaine, la peau p. ex. : surdité, myopie et hypermétropie, strabisme
Développement, �cologie et durabilité	
<ul style="list-style-type: none"> décrivent et explicitent la biodiversité comme résultat de l'adaptation aux conditions de vie démontrent les avantages et inconvénients de l'adaptation d'êtres vivants donnés au lieu de vie 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : adaptation d'alimentation, adaptation de comportement p. ex. : niche écologique, biotope/biocénose
<ul style="list-style-type: none"> commentent des changements dans les écosystèmes 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : fluctuation de la population

<ul style="list-style-type: none"> analysent les évolutions techniques et sociales en matière de conséquences écologiques recherchent des informations ou données en rapport avec le changement de l'écosystème 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : émission de CO₂, écobuage, bilan écologique p. ex. : effet de serre, changements climatiques
---	---

2^e degré de l'enseignement secondaire : biologie : cours renforcé	
Compétences attendues	Contenus/Contextes
Les élèves...	
Métabolisme et transformation d'énergie	
<ul style="list-style-type: none"> décrivent les transformations d'énergie au niveau du métabolisme d'organismes explicitent le lien entre les modes de métabolisme 	<ul style="list-style-type: none"> photosynthèse (anabolisme) respiration cellulaire des plantes et des animaux, fermentation (catabolisme)
<ul style="list-style-type: none"> décrivent les transformations et flux d'énergie ainsi que les cycles biogéochimiques dans un biotope donné de façon exemplaire 	<ul style="list-style-type: none"> photosynthèse, biomasse, chaînes alimentaires p. ex. : cycle du carbone, cycle de l'azote, cycle du soufre, cycle du phosphore
<ul style="list-style-type: none"> expliquent la structure élémentaire des principales macromolécules décrivent la composition et les caractéristiques principales de molécules choisies et d'autres composés classent les aliments selon leur composition en nutriments 	<ul style="list-style-type: none"> hydrates de carbone, protéine, lipides, acides nucléiques les hydrates de carbone (monosaccharide, disaccharide et polysaccharide), protéine (polypeptide et enzyme), les lipides (acides gras et triglycérides), vitamines (liposoluble et hydrosoluble), minéraux hydrophile – hydrophobe, lipophile - lipophobe
<ul style="list-style-type: none"> appliquent des méthodes scientifiques simples pour mettre en évidence différents groupes de substances dans les aliments explicitent les différentes méthodes de mise en évidence utilisées comme mode fondamental de découverte en science 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : amidon, hydrate de carbone, lipides, protéines
<ul style="list-style-type: none"> explicitent la digestion des aliments attribuent aux différents processus de digestion leur organe concerné 	<ul style="list-style-type: none"> transformation et la résorption des hydrates de carbone, des protéines et des lipides bouche, estomac, intestin grêle, (duodénum), gros intestin, pancréas, foie, vésicule biliaire
<ul style="list-style-type: none"> débatent à partir de représentations graphiques le lien entre la prise alimentaire, le métabolisme et les besoins énergétiques 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : pyramide alimentaire
<ul style="list-style-type: none"> donnent des exemples pour maintenir son organisme en bonne santé explicitent des troubles de la santé recherchent et documentent les aides 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : alimentation saine, activité physique anorexie, boulimie, dépendance (drogues légales et illégales, vis à vis d'un

proposées	ordinateur, ludopathie)
Reproduction et hérédité	
<ul style="list-style-type: none"> • nomment l'ADN comme porteur de l'information génétique • décrivent les chromosomes comme porteurs de l'hérédité 	<ul style="list-style-type: none"> • p. ex. : caryogrammes, chromosomes homologues, chromosomes haploïdes/diploïdes
<ul style="list-style-type: none"> • décrivent la structure de l'ADN et des chromosomes 	<ul style="list-style-type: none"> • double hélice • ADN, chromatine, histones, centromère, chromatide
<ul style="list-style-type: none"> • explicitent les conditions nécessaires à une grossesse, les changements corporels pendant une grossesse ainsi que les facteurs de risques • discutent des avantages et des inconvénients des différentes méthodes de contraception 	<ul style="list-style-type: none"> • le cycle menstruel féminin, la fécondation, la nidation, la naissance • moyens de contraception
Structure et fonction	
<ul style="list-style-type: none"> • décrivent les niveaux d'organisation biologique 	<ul style="list-style-type: none"> • cellule, tissu, organe, organisme
<ul style="list-style-type: none"> • décrivent le cycle cellulaire • explicitent la fonction des différentes phases de la mitose 	<ul style="list-style-type: none"> • mitose, interphase • division cellulaire non contrôlée, cancer
<ul style="list-style-type: none"> • comparent différents types de cellules du point de vue de leurs structures • distinguent les microorganismes et les virus 	<ul style="list-style-type: none"> • cellules eucaryotes (cellule végétale et animale), procaryotes • p. ex. : virus du sida, E. Coli, plasmodium
<ul style="list-style-type: none"> • distinguent les bactéries et les virus par rapport à des aspects choisis 	<ul style="list-style-type: none"> • p. ex. : structure, prolifération, croissance, fabrication de colonies, hôte, métabolisme de l'hôte
<ul style="list-style-type: none"> • identifient des organites préalablement choisis à l'aide d'un microscope optique et électronique et sur différentes représentations • attribuent une fonction aux organites • réalisent des préparations microscopiques simples • esquissent des cellules observées sous microscope et calculent la taille réelle de celles-ci • décrivent les modes de fonctionnement et d'utilisation de microscopes utilisés en sciences 	<ul style="list-style-type: none"> • noyau cellulaire, mitochondrie, plastides, lysosome, ribosome, réticulum endoplasmique, vacuole et dictyosome • p. ex. : cellules de liège, coupe transversale dans une feuille d'arbre, cellules d'épiderme d'oignon, cellule de muqueuse buccale • microscopie optique, microscopie électronique
<ul style="list-style-type: none"> • explicitent les liens entre les différents niveaux d'organisation 	<ul style="list-style-type: none"> • p. ex. : neurone-système nerveux, cellule épidermique-peau

<ul style="list-style-type: none"> décrivent et expliquent les relations entre la structure et la fonction pour des organes et systèmes d'organes donnés chez l'homme 	<p>p. ex. :</p> <ul style="list-style-type: none"> le foie – le stockage de glycogène, la bile – la digestion des graisses le poumon – la respiration pulmonaire le système lymphatique - la défense immunitaire le rein - la miction
<ul style="list-style-type: none"> font des liens entre les composants du sang et leurs fonctions 	<p>p. ex. :</p> <ul style="list-style-type: none"> les globules rouges - le transport d'oxygène les globules blancs - la défense immunitaire le plasma sanguin - le transport d'énergie et de matière les thrombocytes - la cicatrisation
<ul style="list-style-type: none"> étudient le transport de l'eau dans la plante à l'aide de connaissances de base en chimie et en physique 	<ul style="list-style-type: none"> diffusion, osmose, plasmolyse, turgescence
<ul style="list-style-type: none"> justifient des dysfonctionnements par des anomalies de structure et des modifications de système 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : asthme, le mal aigu des montagnes, les allergies, le diabète
<ul style="list-style-type: none"> planifient de manière autonome une expérience sur le fonctionnement d'un organe ou d'un système d'organes 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : respiration chez les végétaux, respiration chez les animaux, respiration cutanée
<ul style="list-style-type: none"> appliquent des modèles pour décrire les relations entre structure et fonction et les relations à partir de différents exemples 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : transport de l'eau dans une plante, exocytose, endocytose/membrane biologique
Réception et traitements des informations	
<ul style="list-style-type: none"> nomment des zones du système nerveux central humain responsables du traitement des informations attribuent à ces zones les différentes aires sensorielles 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : télencéphale, cervelet, tronc cérébral, moelle épinière Expériences sur la mémoire à long et à court terme, stratégie d'apprentissage
<ul style="list-style-type: none"> décrivent et expliquent à l'aide d'exemples donnés les conditions structurelles nécessaires pour la perception et le traitement des informations d'un organisme justifient les défaillances de perception des informations d'un organisme liées à des malformations structurelles 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : l'œil humain, l'oreille humaine, la peau p. ex. : surdité, myopie et hypermétropie, strabisme possibilités de traitement
Développement, �cologie et durabilité	
<ul style="list-style-type: none"> décrivent et explicitent la biodiversité comme résultat de l'adaptation aux conditions de vie 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : adaptation d'alimentation, adaptation de comportement

<ul style="list-style-type: none"> expliquent les avantages et les inconvénients de l'adaptation d'êtres vivants donnés au lieu de vie 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : niche écologique, biotope/biocénose
<ul style="list-style-type: none"> interprètent des changements dans les écosystèmes à l'aide de données connues ou de relevés personnels 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : fluctuation de la population
<ul style="list-style-type: none"> analysent les évolutions techniques et sociales en matière de conséquences écologiques développent des moyens par des expériences imaginaires pour minimiser certaines conséquences écologiques 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : émission de CO₂, écobuage, bilan écologique
<ul style="list-style-type: none"> recherchent et analysent des informations ou données en rapport avec le changement de l'écosystème 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : effet de serre, changements climatiques
<ul style="list-style-type: none"> présentent un travail ciblé en biologie qui se base sur des données recueillies 	<ul style="list-style-type: none"> thème au choix

5.2.1.2. Troisième degré de l'enseignement secondaire

3^e degré de l'enseignement secondaire : biologie : cours général	
Compétences attendues	Contenus/Contextes
Les élèves...	
Métabolisme et transformation d'énergie	
<ul style="list-style-type: none"> modélisent les différents systèmes de transport dans la cellule 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : transport actif et passif au travers de la membrane, système de transport cellulaire, phagocytose, pinocytose et exocytose
<ul style="list-style-type: none"> explicitent les relations entre respiration, système circulatoire et mouvement 	<ul style="list-style-type: none"> Processus d'aérobie et d'anaérobie liés au mouvement du corps (respiration cellulaire, crampes)
Reproduction et hérédité	
<ul style="list-style-type: none"> déduisent à partir de résultats de croisement les lois de Mendel commentent des schémas de croisement 	<ul style="list-style-type: none"> génétique mendélienne, phénotype, génotype hérédité dominante-récessive, hérédité intermédiaire monohybridismes et dihybridismes p. ex. : maladies génétiques, recherche de génotypes
<ul style="list-style-type: none"> décrivent la structure des acides nucléiques 	<ul style="list-style-type: none"> nucléotides, bases (adénine, guanine, cytosine, thymine, uracile), désoxyribose, ribose, phosphate
<ul style="list-style-type: none"> décrivent et comparent les différentes formes de divisions cellulaires décrivent le développement de l'ovule fécondé jusqu'à l'obtention du fœtus chez l'homme 	<ul style="list-style-type: none"> mitose, méiose maladies génétiques particulières, diversité embryon, fœtus

<ul style="list-style-type: none"> distinguent et décrivent de manière appropriée l'ADN et différents types d'ARN décrivent le déroulement de la synthèse de protéines suivent un cheminement scientifique pour obtenir des renseignements à partir d'un exemple historique 	<ul style="list-style-type: none"> ARN - ADN génétique moléculaire, biosynthèse de protéines, code génétique, transcription, traduction modèle de Watson et Crick, réplication
<ul style="list-style-type: none"> recherchent des informations et débattent des chances et des risques du génie génétique et des mutations et apprécient ces déclarations en fonction de leur pertinence 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : clones, plantes transgéniques, analyse de l'ADN, médicaments fabriqués par génie génétique, cellules souches mutagènes
<ul style="list-style-type: none"> commentent des arbres généalogiques simples et présentent leurs résultats 	<ul style="list-style-type: none"> autosomal dominant/récessif – gonosomal dominant/récessif, p. ex. : groupes sanguins, daltonisme
<ul style="list-style-type: none"> comparent les méthodes de prolifération de différentes formes de vie et de virus 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : plantes, animaux, champignons, bactéries et virus sexué - asexué haploïde - diploïde sporulation (p. ex. : champignons, bactéries, protozoaires, algues, mousses, fougères) microspores et macrospores
Structure et fonction	
<ul style="list-style-type: none"> distinguent de manière appropriée les différentes sortes d'hormones, leur lieu de production et les organes cibles 	<ul style="list-style-type: none"> système hormonal
<ul style="list-style-type: none"> décrivent des mécanismes de régulation hormonale à partir d'exemples commentent des représentations graphiques 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : régulation de la glycémie - diabète, hormones sexuelles - cycle menstruel et pilule contraceptive
<ul style="list-style-type: none"> discutent d'exemples d'interaction entre hormones et comportement 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : phéromones, effets sur le psychisme, effet de drogues, stress-décompression, agressions
<ul style="list-style-type: none"> distinguent les principales structures du système nerveux font des liens entre leurs structures et leurs fonctions 	<ul style="list-style-type: none"> substance blanche et grise, corps calleux, aires cérébrales, cervelet, etc.
Réception et traitement des informations	
<ul style="list-style-type: none"> appliquent les principes fondamentaux de la transmission des informations 	<ul style="list-style-type: none"> activité enzymatique, effet hormonal, antigène – anticorps, neurotransmetteur - récepteur
<ul style="list-style-type: none"> décrivent la structure d'une cellule nerveuse comme prérequis à la fonction de transmission d'informations découvrent l'effet de drogues et médicaments sur la transmission d'informations 	<ul style="list-style-type: none"> potentiel de membrane, propagation de l'influx nerveux, synapse, muscle
<ul style="list-style-type: none"> font des liens entre système nerveux, 	<ul style="list-style-type: none"> déclenchement d'une contraction

système musculaire et métabolisme	<p>musculaire, régulation de la mise à disposition de l'énergie, hormones et leurs effets sur le métabolisme de base et le métabolisme à l'effort</p> <ul style="list-style-type: none"> technique médicale (p. ex. : pacemaker, ECG), santé par activité physique et nutrition
<ul style="list-style-type: none"> font des liens entre réactions corporelles et système nerveux 	<ul style="list-style-type: none"> sympathique, parasympathique et neurotransmetteurs actifs
<ul style="list-style-type: none"> comparent les effets des différentes hormones et élucident leurs interactions expliquent les caractères fondamentaux du système nerveux et du système hormonal comme systèmes complémentaires du transfert d'informations 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : insuline-glucagon, adrénaline-noradrénaline, progestérone, œstrogènes, testostérone neuroendocrinologie
<ul style="list-style-type: none"> décrivent la réponse immunitaire discutent de l'utilité des vaccins comparent l'immunité active et l'immunité passive 	<ul style="list-style-type: none"> les organes et cellules du système immunitaire concernés réaction entre anticorps et antigène, principe de complémentarité clé-serrure maladies auto-immunes, sida antibiotiques, pénicilline inflammation, infection transplantation d'organes
Développement, écologie et durabilité	
<ul style="list-style-type: none"> attribuent aux différentes ères les principales apparitions de faune et de flore 	<ul style="list-style-type: none"> fossiles
<ul style="list-style-type: none"> discutent des théories sur l'origine et sur développement de la vie 	<ul style="list-style-type: none"> évolutions chimiques et biologiques
<ul style="list-style-type: none"> argumentent, sur la base d'évidences, la théorie de l'évolution 	<ul style="list-style-type: none"> preuves tirées par exemple de la paléontologie, de la biogéographie, de la morphologie, de l'anatomie, du développement embryonnaire et de la biologie moléculaire analogie et homologie
<ul style="list-style-type: none"> nomment et élucident à l'aide d'exemples les mécanismes de l'évolution et leurs synergies discutent des risques éthiques d'une interprétation inadéquate des théories de l'évolution 	<ul style="list-style-type: none"> mécanismes de l'évolution théories de l'évolution différence entre mutation et modification
<ul style="list-style-type: none"> analysent la parenté d'organismes au travers d'arbres généalogiques grâce à des critères de comparaison 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : anthropoïde – l'Homme
<ul style="list-style-type: none"> comparent l'anatomie de l'homme moderne et de ses ancêtres 	<ul style="list-style-type: none"> catégorie Australopithèque, catégorie Homo
<ul style="list-style-type: none"> décrivent les espèces caractéristiques d'un 	<ul style="list-style-type: none"> changement de la biocénose, biotope

écosystème et expliquent leur intérêt dans le système	
<ul style="list-style-type: none"> interprètent les cycles dans la nature comme systèmes de réactions chimiques 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : cycle du carbone, cycle de l'azote
<ul style="list-style-type: none"> créent des liens simples entre groupes d'organismes, leur développement et les facteurs abiotiques de l'habitat 	<ul style="list-style-type: none"> carences et excès, fertilisation, lutte contre les parasites
<ul style="list-style-type: none"> réfléchissent à la protection de la nature et des espèces du point de vue éthique, esthétique, écologique et économique 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : biodiversité, réduction du pool génétique, convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction, niche écologique, réserve naturelle
<ul style="list-style-type: none"> utilisent des textes spécialisés comme référence en vue d'une argumentation fondée 	

3^e degré de l'enseignement secondaire : biologie : cours renforcé

Compétences attendues

Contenus/Contextes

Les élèves...

Métabolisme et transformation d'énergie

<ul style="list-style-type: none"> décrivent la structure chimique et le mode d'action de biomolécules fondamentales 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : ATP, NAD⁺/NADH, enzyme, hormone
<ul style="list-style-type: none"> appliquent des méthodes fondamentales de recherche en biologie 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : facteurs extérieurs influençant la photosynthèse, mesure quantitative du taux de photosynthèse, isolation de pigments contenus dans les feuilles
<ul style="list-style-type: none"> modélisent les différents modes de transport au sein de la cellule décrivent les transformations d'énergie nécessaires au transport 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : transport actif et passif au travers de la membrane, système de transport cellulaire, phagocytose, pinocytose et exocytose
<ul style="list-style-type: none"> explicitent les relations entre respiration, système circulatoire et mouvement et utilisent des méthodes permettant la récolte de données 	<ul style="list-style-type: none"> processus d'aérobie et d'anaérobie liés au mouvement du corps (respiration cellulaire, crampes) fréquence respiratoire, pression artérielle, etc.

Reproduction et hérédité

<ul style="list-style-type: none"> déduisent à partir de résultats de croisement les lois de Mendel commentent des schémas de croisement 	<ul style="list-style-type: none"> génétique mendélienne, phénotype, génotype hérédité dominant-récessive, hérédité intermédiaire monohybridismes et dihybridismes p. ex. : maladies génétiques, recherche de génotypes
<ul style="list-style-type: none"> commentent des arbres généalogiques simples et présentent leurs résultats 	<ul style="list-style-type: none"> autosomal- gonosomal p. ex. : groupes sanguins, daltonisme

<ul style="list-style-type: none"> décrivent la structure des acides nucléiques 	<ul style="list-style-type: none"> nucléotide, bases (adénine, guanine, cytosine, thymine, Uracile), désoxyribose, ribose, phosphate
<ul style="list-style-type: none"> décrivent et comparent les différentes formes de divisions cellulaires décrivent le développement de l'ovule fécondé jusqu'à l'obtention du fœtus chez l'homme 	<ul style="list-style-type: none"> mitose, méiose maladies génétiques diversité et méthode moderne de cultures morula, blastula, embryon, fœtus reproduction médicalement assistée échographie
<ul style="list-style-type: none"> distinguent et décrivent de manière appropriée l'ADN et l'ARN décrivent le déroulement de la synthèse de protéines suivent le cheminement scientifique pour obtenir des renseignements à partir d'un exemple historique décrivent des méthodes modernes d'analyse en biologie et suivent un cheminement scientifique pour obtenir des renseignements à partir d'exemples 	<ul style="list-style-type: none"> ARN-ADN, mitochondries – ADN non codant et gène génétique moléculaire, synthèse de protéine dans la cellule, code génétique, transcription, traduction, expression de gènes et régulation des gènes modèle de Crick et Watson, recherches de Meselson-Stahl, réplication p. ex. : tests de paternité, PCR, séquençage, identification de gènes, clonage, enzyme de restriction, électrophorèse sur gel
<ul style="list-style-type: none"> distinguent de manière appropriée les différents processus et mécanismes de l'hérédité 	<ul style="list-style-type: none"> monogénie, polygénie, épigénétique, expression génique
<ul style="list-style-type: none"> étudient les influences de l'environnement sur l'accentuation des caractéristiques 	<ul style="list-style-type: none"> modification, variabilité, amplitude de réaction
<ul style="list-style-type: none"> recherchent des informations et discutent des chances et des risques du génie génétique et des mutations et apprécient ces déclarations en fonction de leur pertinence 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : clones, plantes transgéniques, analyse de l'ADN, médicaments fabriqués par génie génétique, cellules souches mutagènes
<ul style="list-style-type: none"> appliquent des méthodes fondamentales d'analyse génétique 	<ul style="list-style-type: none"> agencement des chromosomes comparaison de caryotypes informations tirées d'un caryotype
<ul style="list-style-type: none"> discutent de la variabilité génétique et des erreurs dans l'exécution de la méiose 	<ul style="list-style-type: none"> couplage de gènes et son annulation, génome et mutations chromosomiques, modifications génétiques dues à la pollution, mutation génétique
<ul style="list-style-type: none"> décrivent le transfert de gènes entre bactéries 	<ul style="list-style-type: none"> génétique des bactéries et virus : transformation, transduction et conjugaison
<ul style="list-style-type: none"> commentent des arbres généalogiques simples et présentent leurs résultats 	<ul style="list-style-type: none"> autosomal dominant/récessif – gonosomal dominant/récessif, p. ex. : groupes sanguins, daltonisme
<ul style="list-style-type: none"> comparent les méthodes de prolifération de différentes formes de vie et de virus 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : plantes, animaux, champignons, bactéries, virus

	<ul style="list-style-type: none"> • sexué-asexué • haploïde – diploïde • sporophyte-gamétophyte, alternance des générations • sporulation (p. ex. : champignons, bactéries, protozoaires, algues, mousses, fougères) microspores et macrospores
Structure et fonction	
<ul style="list-style-type: none"> • décrivent la structure et les modes d'action des enzymes 	<ul style="list-style-type: none"> • composition chimique d'enzymes • principe d'action de catalyseurs, modèles d'effet des enzymes, centre actif • influence de l'activité enzymatique, p. ex. : au cours de l'hémostase
<ul style="list-style-type: none"> • distinguent de manière appropriée les différentes sortes d'hormones, leur lieu de production et les organes cibles • décrivent à l'aide d'exemples les modes d'action 	<ul style="list-style-type: none"> • système hormonal • p. ex. : fonctionnement d'hormones stéroïdes et d'hormones peptidiques
<ul style="list-style-type: none"> • décrivent des mécanismes de régulation hormonale à partir d'exemples • généralisent ceux-ci • commentent des représentations graphiques 	<ul style="list-style-type: none"> • p. ex. : régulation de la glycémie - diabète, hormones sexuelles - cycle menstruel et pilule contraceptive
<ul style="list-style-type: none"> • discutent d'exemples d'interaction entre hormones et comportement 	<ul style="list-style-type: none"> • p. ex. : phéromones, effets sur le psychisme, effet de drogues, stress-décompression, agressions
<ul style="list-style-type: none"> • distinguent d'importantes structures du système nerveux central et périphérique • font des liens entre leurs structures et leurs fonctions 	<ul style="list-style-type: none"> • substance blanche et grise, corps calleux, aires cérébrales, cervelet, voies afférentes et efférentes, etc.
Réception et traitement des informations	
<ul style="list-style-type: none"> • appliquent les principes fondamentaux de la transmission d'informations • décrivent l'activité enzymatique dépendante de facteurs environnementaux 	<ul style="list-style-type: none"> • activité enzymatique, effet hormonal, antigène-anticorps, neurotransmetteur-récepteur, allostérie
<ul style="list-style-type: none"> • décrivent la structure d'un neurone comme prérequis à la fonction de transmission d'informations ainsi que les troubles éventuels • découvrent l'effet de drogues et médicaments sur la transmission d'informations 	<ul style="list-style-type: none"> • pompe à ions et potentiel de membrane (potentiels d'action et de repos) • la loi du tout ou rien • propagation de l'influx nerveux, synapse, muscle
<ul style="list-style-type: none"> • discutent des maladies touchant le système nerveux, leur diagnostic et les possibilités de thérapies 	<ul style="list-style-type: none"> • p. ex. : infarctus cérébral, tumeur cérébrale, maladie de Parkinson, maladie d'Alzheimer, sclérose multiple, tomographie par émission de positrons,

	tomographie informatisée à résonance magnétique nucléaire, électroencéphalogramme
<ul style="list-style-type: none"> font des liens entre système nerveux, système musculaire et métabolisme 	<ul style="list-style-type: none"> déclenchement d'une contraction musculaire, régulation de l'approvisionnement en énergie, hormones et leurs effets sur le métabolisme de base et le métabolisme à l'effort techniques médicales (p. ex. : pacemaker, électrocardiogramme), bonne santé grâce aux mouvements et à une alimentation équilibrée
<ul style="list-style-type: none"> expliquent à l'aide d'exemples le schéma de réaction en réponse à un stimulus 	<ul style="list-style-type: none"> réflexe (p. ex. : chien de Pawlow, mimose, tropismes)
<ul style="list-style-type: none"> expliquent l'interaction systémique entre organes des sens, système nerveux et contraction musculaire à partir d'exemples 	<ul style="list-style-type: none"> structure et fonction des cellules nerveuses propagation de l'influx nerveux, cellules sensorielles sortes de réflexe, l'arc réflexe
<ul style="list-style-type: none"> font des liens entre réactions corporelles et système nerveux 	<ul style="list-style-type: none"> sympathique, parasympathique et neurotransmetteurs actifs
<ul style="list-style-type: none"> explicitent des liens systémiques au niveau moléculaire expliquent les caractères fondamentaux du système nerveux et du système hormonal comme systèmes complémentaires du transfert d'informations 	<ul style="list-style-type: none"> bases moléculaires de l'échange d'information coopération de plusieurs hormones (p. ex. : insuline - glucagon, adrénaline - noradrénaline) récepteurs, pompes à ions neuroendocrinologie
<ul style="list-style-type: none"> décrivent la réponse immunitaire discutent de l'utilité des vaccins comparent l'immunité active et l'immunité passive 	<ul style="list-style-type: none"> organes concernés et cellules du système immunitaire : système lymphatique, thymus, moelle rouge des os, les différents types de leucocytes antigène, épitope, anticorps-immunoglobuline, réaction entre anticorps et antigène, principe de complémentarité clé-serrure maladies auto-immunes, sida antibiotiques, pénicilline inflammation, infection transplantation d'organes
<ul style="list-style-type: none"> comparent la réaction allergique et la réaction immunitaire normale 	<ul style="list-style-type: none"> histamine, antihistaminique, désensibilisation

Développement, écologie et durabilité	
<ul style="list-style-type: none"> attribuent aux différentes ères les principales apparitions de faune et de flore 	<ul style="list-style-type: none"> fossiles
<ul style="list-style-type: none"> discutent des théories sur l'origine et sur le développement de la vie 	<ul style="list-style-type: none"> évolutions chimiques et biologiques : théorie de la soupe primitive (expérience de Miller), sources hydrothermales, hypothèse de l'endosymbiose
<ul style="list-style-type: none"> argumentent sur la base d'évidences de la théorie de l'évolution 	<ul style="list-style-type: none"> preuves tirées p. ex. : de la paléontologie, de la biogéographie, de la morphologie, de l'anatomie, du développement embryonnaire et de la biologie moléculaire analogie et homologie
<ul style="list-style-type: none"> nomment et élucident à l'aide d'exemples les mécanismes de l'évolution et leurs synergies discutent des risques éthiques de mauvaise interprétation des théories de l'évolution 	<ul style="list-style-type: none"> mécanismes de l'évolution et leurs synergies (variabilité, recombinaison, mutation, sélection, dérive génétique, mécanisme d'isolement), génétique des populations théorie de l'évolution selon Lamarck-Darwin-théorie synthétique de l'évolution différence entre mutation et modification
<ul style="list-style-type: none"> analysent la parenté d'organismes au travers d'arbres généalogiques grâce à des critères de comparaison décrivent la comparaison à partir de critères comme méthode scientifique de recherche 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : anthropoïde – l'Homme
<ul style="list-style-type: none"> comparent l'anatomie de l'homme moderne et de ses ancêtres 	<ul style="list-style-type: none"> catégorie Australopithèque, catégorie Homo
<ul style="list-style-type: none"> discutent de la problématique des arbres phylogénétiques à la lumière de preuves actuellement en vigueur et comparent les hypothèses phylogénétiques 	<ul style="list-style-type: none"> hypothèse de phylogénie (p. ex. : arbres phylogénétiques basés sur la morphologie d'après Haeckel, le cytochrome-c)
<ul style="list-style-type: none"> décrivent les espèces caractéristiques d'un écosystème et expliquent leur intérêt dans le système 	<ul style="list-style-type: none"> changement de la biocénose, biotope
<ul style="list-style-type: none"> interprètent les cycles dans la nature comme système de réactions chimiques 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : cycle du carbone, cycle de l'azote, cycle du phosphore, assimilation, dissimilation
<ul style="list-style-type: none"> décrivent des processus de protection de l'environnement au regard des critères de développement durable 	<ul style="list-style-type: none"> thèmes environnementaux locaux et globaux (p. ex. : lois de protection de l'environnement, recyclage, compostage et matériaux biodégradables, problèmes des monocultures et lutte contre les parasites)
<ul style="list-style-type: none"> relèvent des données concernant les facteurs abiotiques et les groupes d'organismes d'un 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : minéraux, température, humidité, microorganismes et êtres

habitat donné	vivants
<ul style="list-style-type: none"> mettent en rapport des relations simples entre groupes d'organismes et leur développement et les facteurs abiotiques de l'habitat 	<ul style="list-style-type: none"> carences et excès, fertilisation, lutte contre les parasites, puissance/tolérance écologique, niche écologique
<ul style="list-style-type: none"> décrivent des stratégies de cohabitation 	<ul style="list-style-type: none"> concurrence, coexistence, parasitisme, symbiose relation prédateur-proie (loi de Lotka-Volterra)
<ul style="list-style-type: none"> commentent des données et des représentations graphiques tirent des conclusions à partir de différentes représentations sur la dynamique des populations 	<ul style="list-style-type: none"> croissance de populations, régulation de densité de population règle de Hardy-Weinberg
<ul style="list-style-type: none"> réfléchissent à la protection de la nature et des espèces du point de vue éthique, esthétique, écologique et économique 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : biodiversité, réduction du pool génétique, convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction, niche écologique, réserve naturelle
<ul style="list-style-type: none"> utilisent des textes spécialisés comme référence en vue d'une argumentation fondée 	
<ul style="list-style-type: none"> planifient et conduisent un projet de manière autonome à partir de données recueillies 	<ul style="list-style-type: none"> thème au choix

5.2.2. Chimie

Tous les contenus et contextes d'apprentissage indiqués dans la colonne de droite servent à l'acquisition des compétences par l'élève. Ils ne sont pas à considérer comme une liste exhaustive qu'on devrait traiter point par point. Lors de la préparation et de la conception des cours, les enseignants peuvent, voire doivent, tout en le motivant sur le plan pédagogique, établir des priorités.

Celles-ci peuvent dès lors être différentes d'une année à l'autre.

L'ordre dans lequel se retrouvent les différentes attentes de compétences de ce chapitre n'obéit pas à une chronologie obligatoire dans les cours.

5.2.2.1. Deuxième degré de l'enseignement secondaire

2^e degré de l'enseignement secondaire : Chimie : cours de base	
Compétences attendues	Contenus/Contextes
Les élèves...	
Structure de la matière	
Description	
<ul style="list-style-type: none"> décrivent des produits chimiques et leurs propriétés dans leur environnement immédiat 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : l'eau, le sucre, l'aluminium, l'oxygène comme produits chimiques produits chimiques ménagers comme vinaigre, alcool, etc.

<ul style="list-style-type: none"> dessinent la structure atomique d'éléments choisis en utilisant différents modèles atomiques expliquent des propriétés chimiques d'éléments donnés sur la base de différents modèles 	<ul style="list-style-type: none"> modèle de Rutherford, modèle des couches électroniques
<ul style="list-style-type: none"> repositionnent les particules subatomiques dans l'atome et les caractérisent 	<ul style="list-style-type: none"> proton, électron, neutron
<ul style="list-style-type: none"> utilisent des modèles de liaison chimique et le modèle particulaire pour interpréter et prédire les propriétés des substances 	<ul style="list-style-type: none"> phénomènes de solubilité, de polarité et de point d'ébullition
<ul style="list-style-type: none"> différencient masse molaire et masse moléculaire ou masse atomique 	<ul style="list-style-type: none"> exemples d'applications
<ul style="list-style-type: none"> calculent la concentration de différentes solutions et dilutions 	<ul style="list-style-type: none"> exemples significatifs du calcul de concentration en g/l, mol/l
<ul style="list-style-type: none"> décrivent et expliquent la construction de substances organiques et inorganiques déterminées en utilisant des modèles adéquats et des règles 	<ul style="list-style-type: none"> sélection de substances afin d'expliquer la règle de l'octet, la structure de Lewis et les différents modèles de liaisons chimiques : liaison ionique, liaison covalente normale parfaite et liaison covalente normale polarisée et électronégativité, liaisons métalliques
<ul style="list-style-type: none"> tirent une conclusion à partir de propriétés de composés quant à leur appartenance à un groupe de substances 	<ul style="list-style-type: none"> exemples d'oxyde, d'acide, de base, de sel,
Classification	
<ul style="list-style-type: none"> classifient les éléments en fonction de leurs propriétés et les positionnent dans un tableau périodique des éléments 	<ul style="list-style-type: none"> propriétés typiques des différentes familles comme par exemple la famille des alcalins, des halogènes
<ul style="list-style-type: none"> prélèvent des informations du tableau périodique et les interprètent 	<ul style="list-style-type: none"> choix significatif de familles, de périodes utilisation de la masse molaire, de l'électronégativité, nombre de protons, nombre d'électrons couches électroniques
<ul style="list-style-type: none"> classifient des substances sur la base de leurs liaisons et déduisent leurs propriétés 	<ul style="list-style-type: none"> sélection de composés covalentes (substances organiques incluses), composés ioniques et métaux
<ul style="list-style-type: none"> justifient la classification de substances inorganiques en vertu de leurs caractéristiques structurelles nomment les composés chimiques courants à partir de leur formule et vice versa 	<ul style="list-style-type: none"> oxydes, hydroxydes, acides, sels
Réactions chimiques	
<ul style="list-style-type: none"> interprètent des réactions chimiques comme réarrangement des particules écrivent des équations pondérées de 	<ul style="list-style-type: none"> exemples de conservation de masses (Lavoisier) et de la loi des proportions définies (Proust)

réactions chimiques simples en tenant compte de la stœchiométrie	
<ul style="list-style-type: none"> prévoient les quantités de matière impliquées dans une réaction chimique 	<ul style="list-style-type: none"> exemples de réaction visant l'utilisation de la masse atomique, de la mole, de la masse molaire, les proportions
<ul style="list-style-type: none"> identifient des types de réactions courantes énoncent des hypothèses sur l'aboutissement de réactions chimiques simples formulent les équations de réaction correspondantes 	<ul style="list-style-type: none"> exemples significatifs de combustion et de réaction de neutralisation, etc.
Observations, mesures et analyses	
<ul style="list-style-type: none"> nomment des ustensiles de laboratoire 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : erlenmeyer, berlin, éprouvette graduée, trépied, bec bunsen
<ul style="list-style-type: none"> nomment des consignes de sécurité appropriées, identifient des pictogrammes courants et les sources de dangers 	<ul style="list-style-type: none"> consignes de sécurité adaptées à la situation comme des lunettes de protection, des gants, un tablier de laboratoire, etc. pictogrammes
<ul style="list-style-type: none"> utilisent leurs sens ainsi que des méthodes simples d'analyse pour identifier différentes substances 	<ul style="list-style-type: none"> l'odorat, la vue, le toucher p. ex. : jus de chou rouge, solubilité dans l'eau
<ul style="list-style-type: none"> formulent des hypothèses quant à l'évolution de réactions chimiques planifient des analyses pour vérifier ces hypothèses les exécutent les exploitent établissent des liens entre les observations expérimentales et les équations chimiques énoncées 	<ul style="list-style-type: none"> sélection d'expériences sur la solubilité, comportement au contact d'indicateurs colorés universels, conductivité électrique, comportement face au chauffage, comportement au contact d'acide, identification de composés, chromatographie
Chimie et société	
<ul style="list-style-type: none"> débattent des avantages et des inconvénients de l'industrie chimique et de sa répercussion sur le niveau de vie et sur l'environnement 	<ul style="list-style-type: none"> contextes comme les nouvelles technologies, médecine, industrie, pollution
<ul style="list-style-type: none"> recherchent des informations pertinentes sur le thème : « la chimie est partout » font référence à des utilisations quotidiennes présentent de manière appropriée et ciblée 	<ul style="list-style-type: none"> thèmes à titre d'exemple : « la chimie dans nos maisons », « la chimie dans l'agriculture »

2 ^e degré de l'enseignement secondaire : chimie : cours général	
Compétences attendues	Contenus/Contextes
Les élèves...	
Structure de la matière	
Description	
<ul style="list-style-type: none"> • décrivent des produits chimiques et leurs propriétés dans leur environnement immédiat • attribuent aux produits et substances chimiques courants donnés, leurs symboles chimiques et/ou leurs formules chimiques ainsi que leur dénomination scientifique 	<ul style="list-style-type: none"> • p. ex. : l'eau, le sucre, le sel, l'aluminium, l'oxygène comme produits chimiques • sélection de produits chimiques présents dans nos maisons comme le vinaigre, l'alcool, etc.
<ul style="list-style-type: none"> • prélèvent des informations pertinentes sur les étiquettes d'objets courants, les emballages alimentaires et les produits chimiques de laboratoire et les interprètent 	<ul style="list-style-type: none"> • emballage alimentaire, vêtements, objets en plastiques, etc. • p. ex. : catégorie de substances, symbole de danger, degré de pureté
<ul style="list-style-type: none"> • esquissent la structure de l'atome d'éléments choisis grâce aux différents modèles atomiques • expliquent des propriétés chimiques d'éléments donnés sur la base du modèle des couches électroniques 	<ul style="list-style-type: none"> • modèle de Rutherford, modèle des couches électroniques
<ul style="list-style-type: none"> • repositionnent les particules subatomiques dans l'atome et les caractérisent 	<ul style="list-style-type: none"> • proton, électron, neutron
<ul style="list-style-type: none"> • décrivent à partir d'exemples la variété de substances en fonction de la combinaison et de l'assemblage des particules 	<ul style="list-style-type: none"> • graphite/diamant, soufre • exemples significatifs de molécules simples
<ul style="list-style-type: none"> • expliquent l'influence d'un apport de chaleur sur l'état de la matière à l'aide du modèle particulaire 	<ul style="list-style-type: none"> • accroissement du mouvement brownien à partir d'exemples
<ul style="list-style-type: none"> • utilisent des modèles de liaison chimique et le modèle particulaire pour interpréter et prédire les propriétés des substances 	<ul style="list-style-type: none"> • phénomènes liés à la solubilité, au point d'ébullition et à la polarité
<ul style="list-style-type: none"> • justifient les différents états de la matière à température ambiante sur la base du mouvement des particules et de l'interaction entre celles-ci 	<ul style="list-style-type: none"> • utilisations d'attractions intermoléculaires et des dispositions spatiales des atomes dans des substances comme l'eau, l'oxygène, les sels
<ul style="list-style-type: none"> • distinguent masse molaire et masse moléculaire ou masse atomique et effectuent de simples calculs stœchiométriques 	<ul style="list-style-type: none"> • exemples d'applications
<ul style="list-style-type: none"> • calculent la concentration de différentes solutions et dilutions 	<ul style="list-style-type: none"> • exemple significatif d'utilisation du calcul de concentration en g/l, mol/l

<ul style="list-style-type: none"> décrivent et expliquent la construction de matières organiques et inorganiques déterminées en utilisant des modèles adéquats et des règles 	<ul style="list-style-type: none"> sélection de substances afin d'expliquer la règle de l'octet, la structure de Lewis et différents modèles de liaisons chimiques : liaison ionique, liaison covalente normale parfaite et liaison covalente normale polarisée et électronégativité, liaisons métalliques
<ul style="list-style-type: none"> tirent une conclusion à partir de propriétés de composés quant à leur appartenance à un groupe de substances 	<ul style="list-style-type: none"> exemples d'acide, de base, de sel, etc.
Classification	
<ul style="list-style-type: none"> classifient des substances en fonction de différents critères 	<p>Des critères comme :</p> <ul style="list-style-type: none"> apparence, états de la matière, réaction avec un acide, solubilité métaux/non-métaux mélange (émulsion, solution, etc.), corps purs (corps purs élémentaires et composés), etc.
<ul style="list-style-type: none"> classifient les éléments en fonction de leurs propriétés et les positionnent dans un tableau périodique des éléments 	<ul style="list-style-type: none"> propriétés typiques des différentes familles comme par exemple la famille des alcalins, des halogènes
<ul style="list-style-type: none"> prélevent des informations du tableau périodique et les interprètent 	<ul style="list-style-type: none"> choix significatif de familles, de périodes utilisation de la masse molaire, de l'électronégativité, nombre de protons, nombre d'électrons couches électroniques
<ul style="list-style-type: none"> établissent en se basant sur la position de l'élément dans le tableau périodique les formules correspondantes à ses composés 	<ul style="list-style-type: none"> exemples pour l'utilisation de la valence ou du nombre d'oxydations
<ul style="list-style-type: none"> classifient des substances sur la base de leurs liaisons et déduisent leurs propriétés 	<ul style="list-style-type: none"> sélection de composés covalents (substances organiques incluses), composés ioniques et métaux
<ul style="list-style-type: none"> justifient la classification de substances inorganiques en vertu de leurs caractéristiques structurelles nomment les composés les plus courants en se basant sur la formule et vice versa 	<ul style="list-style-type: none"> oxydes, hydroxydes, acides, sels
Réactions chimiques	
<ul style="list-style-type: none"> commentent des réactions chimiques comme réarrangement des particules écrivent des équations pondérées de réactions chimiques simples en tenant compte de la stœchiométrie 	<ul style="list-style-type: none"> exemples de conservation de masses (Lavoisier) et de la loi des proportions définies (Proust)
<ul style="list-style-type: none"> prévoient les quantités de matière impliquées dans une réaction chimique 	<ul style="list-style-type: none"> réactions exemplaires pour utiliser les notions de masse atomique, mol, masse molaire, proportions

<ul style="list-style-type: none"> commentent des types de réactions courantes formulent sur cette base des hypothèses sur l'aboutissement de réactions chimiques simples formulent les équations de réaction correspondantes 	<ul style="list-style-type: none"> exemples significatifs de combustion, de réactions de neutralisation, etc.
<ul style="list-style-type: none"> commentent des phénomènes chimiques du point de vue du transfert d'énergie 	<ul style="list-style-type: none"> différentes sortes de transfert d'énergie, notamment l'absorption de chaleur, l'émission de chaleur, l'absorption de lumière, l'émission de lumière
Observations, mesures et analyses	
<ul style="list-style-type: none"> nomment des ustensiles de laboratoire choisis 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : erlenmeyer, berlin, cylindre gradué, trépied, bec bunsen
<ul style="list-style-type: none"> nomment des consignes de sécurité appropriées et identifient les sources de dangers et leur pictogramme 	<ul style="list-style-type: none"> consignes de sécurité adaptées à la situation comme des lunettes de protection, des gants, un tablier de laboratoire, etc. pictogrammes
<ul style="list-style-type: none"> utilisent leurs sens ainsi que des méthodes simples d'analyse pour identifier différentes substances 	<ul style="list-style-type: none"> l'odorat, la vue, le toucher p. ex. : jus de chou rouge, solubilité dans l'eau
<ul style="list-style-type: none"> formulent des hypothèses quant à l'évolution de réactions chimiques planifient des investigations pour vérifier ces hypothèses les exécutent les exploitent font des liens entre les observations expérimentales et les équations chimiques énoncées 	<ul style="list-style-type: none"> sélection d'expériences sur la solubilité, comportement au contact d'indicateurs colorés universels, conductivité électrique, comportement face au chauffage, comportement au contact d'acide, identification de composés, chromatographie
Chimie et société	
<ul style="list-style-type: none"> rassemblent de manière autonome des informations pertinentes sur un élément du système périodique (tableau périodique) les présentent de manière appropriée et ciblée 	<ul style="list-style-type: none"> origine, utilisation, extraction, dangers, réactions simples, etc.
<ul style="list-style-type: none"> discutent des avantages et des inconvénients de l'industrie chimique et de sa répercussion sur le niveau de vie et sur l'environnement 	<ul style="list-style-type: none"> contextes comme les nouvelles technologies, la médecine, l'industrie, la pollution
<ul style="list-style-type: none"> démontrent la présence de processus et de substances chimiques dans la nature et dans les êtres vivants 	<ul style="list-style-type: none"> exemples significatifs de processus comme la respiration, la digestion des substances comme les sels, le dioxyde de carbone et le glucose
<ul style="list-style-type: none"> recherchent des informations pertinentes sur le thème : « la chimie est partout » 	<ul style="list-style-type: none"> thèmes à titre d'exemple : « la chimie dans nos maisons », « la chimie dans l'agriculture »

<ul style="list-style-type: none"> • établissent des rapports avec la vie quotidienne 	
<ul style="list-style-type: none"> • décrivent l'extraction et le conditionnement des combustibles fossiles et discutent des avantages et des inconvénients 	<ul style="list-style-type: none"> • conditionnement du charbon et du pétrole lié aux besoins énergétiques et pollution de l'environnement
<ul style="list-style-type: none"> • décrivent la nécessité absolue de l'oxygène, l'eau et le carbone pour la vie 	<ul style="list-style-type: none"> • cycle naturel du carbone
<ul style="list-style-type: none"> • identifient l'importance des réactions de combustion dans la vie de tous les jours et dans la société 	<ul style="list-style-type: none"> • p. ex. : la combustion d'alcane, alcool à brûler pour le chauffage, bougie, moteur à combustion

2^e degré de l'enseignement secondaire : chimie : cours renforcé	
Compétences attendues	Contenus/Contextes
Les élèves...	
Structure de la matière	
Description	
<ul style="list-style-type: none"> • décrivent des produits chimiques et leurs propriétés dans leur environnement immédiat • attribuent aux produits et substances chimiques courants donnés leurs symboles chimiques et/ou leurs formules chimiques ainsi que leur dénomination scientifique 	<ul style="list-style-type: none"> • p. ex. : l'eau, le sucre, le sel, l'aluminium, l'oxygène comme produits chimiques • sélection de produits chimiques présents dans nos maisons comme le vinaigre, l'alcool, etc.
<ul style="list-style-type: none"> • relèvent des informations pertinentes sur les étiquettes d'objets courants, les emballages alimentaires et les produits chimiques de laboratoire et les interprètent 	<ul style="list-style-type: none"> • emballage alimentaire, vêtements, objets en plastiques • additifs (E) • p. ex. : catégorie de substances, symbole de danger, degré de pureté
<ul style="list-style-type: none"> • esquissent la structure de l'atome d'éléments grâce aux différents modèles atomiques • expliquent des propriétés chimiques d'éléments donnés sur la base du modèle des couches électroniques 	<ul style="list-style-type: none"> • modèle de Rutherford, modèle des couches électroniques et autres. • isotope
<ul style="list-style-type: none"> • repositionnent les particules subatomiques dans l'atome et les caractérisent • comparent les isotopes d'un élément en considérant leur composition 	<ul style="list-style-type: none"> • proton, électron, neutron • utilisation de différents isotopes
<ul style="list-style-type: none"> • décrivent à partir d'exemples la variété de substances en fonction de la combinaison et l'assemblage des particules 	<ul style="list-style-type: none"> • graphite/diamant/fullerène, soufre • exemples significatifs de molécules simples

<ul style="list-style-type: none"> recherchent de manière autonome des informations pertinentes sur un élément du tableau périodique des éléments 	<ul style="list-style-type: none"> un panel d'informations chimiques pertinentes comme par exemple la structure atomique, les liaisons, etc.
<ul style="list-style-type: none"> dessinent des formules développées de molécules de différentes classes de substances identifient des classes de substances à l'aide de formules développées 	<ul style="list-style-type: none"> exemples choisis dans les différentes classes de substances (alcane, alcène, alcool)
<ul style="list-style-type: none"> expliquent l'influence d'un apport de chaleur sur l'état de la matière à partir du modèle particulaire 	<ul style="list-style-type: none"> augmentation du mouvement brownien à partir d'exemples
<ul style="list-style-type: none"> utilisent des modèles de liaison chimique et le modèle particulaire pour interpréter et prédire les propriétés des substances 	<ul style="list-style-type: none"> phénomènes liés à la solubilité, au point d'ébullition, à la polarité, à la conductivité, à la charge d'un ion, à l'énergie d'ionisation
<ul style="list-style-type: none"> justifient les différents états d'agrégation à température ambiante grâce aux forces intermoléculaires 	<ul style="list-style-type: none"> application de forces intermoléculaires et des dispositions atomiques dans des substances comme l'eau, les sels dipôle-dipôle, force de Van der Waals
<ul style="list-style-type: none"> distinguent masse molaire/volume molaire et masse moléculaire ou masse atomique et rayons atomiques et effectuent des calculs stœchiométriques 	<ul style="list-style-type: none"> exemples significatifs d'utilisation des notions de mole, nombre d'Avogadro, masse molaire, volume molaire, masses atomiques absolue et relative, rayon atomique, loi d'Avogadro (volume des gaz parfaits)
<ul style="list-style-type: none"> calculent la concentration de différentes solutions et dilutions 	<ul style="list-style-type: none"> exemples de significations pour le calcul de concentration en g/l, mol/l
<ul style="list-style-type: none"> décrivent et expliquent la construction de matières organique et inorganique déterminées en utilisant des modèles adéquats et des règles 	<ul style="list-style-type: none"> sélection de substances afin d'expliquer la règle de l'octet, la structure de Lewis et les différents modèles de liaisons chimiques : liaison ionique, liaison covalente normale parfaite et liaison covalente normale polarisée et électronégativité, liaisons métalliques configuration des atomes dans la molécule, structure cristalline, répulsion des paires électroniques de la couche de valence ou théorie de Gillespie
<ul style="list-style-type: none"> tirent une conclusion à partir de propriétés de composés quant à leur appartenance à un groupe de substances 	<ul style="list-style-type: none"> exemples d'acide, de base, de sel, etc.
Classification	
<ul style="list-style-type: none"> classifient des substances en fonction de différents critères 	critères comme : <ul style="list-style-type: none"> apparence, état, réaction avec un acide, solubilité métaux/non-métaux mélange (émulsion, solution, etc.), corps purs (corps purs élémentaires et composés), etc.
<ul style="list-style-type: none"> classifient les éléments en fonction de 	<ul style="list-style-type: none"> propriétés typiques des différentes familles

leurs propriétés et positionnement dans un tableau périodique des éléments	<p>comme la famille des alcalins, des halogènes</p> <ul style="list-style-type: none"> motifs visibles dans le tableau périodique, par comparaison des rayons atomiques ou des énergies d'ionisation
<ul style="list-style-type: none"> prélèvent des informations du tableau périodique et les interprètent 	<ul style="list-style-type: none"> choix significatif de familles et périodes utilisation de masse atomique relative, électronégativité, nombre de protons, nombre d'électrons couches électroniques
<ul style="list-style-type: none"> établissent en se basant sur la position de l'élément dans le tableau périodique les formules correspondantes à ses composés 	<ul style="list-style-type: none"> exemples pour l'utilisation de la valence ou du nombre d'oxydations
<ul style="list-style-type: none"> classifient les substances sur la base de leurs liaisons et émettent des hypothèses à propos de leurs propriétés et les prouvent ou inversement 	<ul style="list-style-type: none"> sélection de composés covalents (substances organiques incluses), composés ioniques et métaux
<ul style="list-style-type: none"> justifient la classification de substances inorganiques en vertu de leurs caractéristiques structurelles et transfèrent des équations de réaction de synthèse à des exemples et inversement nomment des substances chimiques courantes sur la base de leur formule 	<ul style="list-style-type: none"> oxydes, hydroxydes, acides, sels
Réactions chimiques	
<ul style="list-style-type: none"> commentent des réactions chimiques comme réarrangement des particules écrivent des équations pondérées de réactions chimiques simples en tenant compte de la stœchiométrie 	<ul style="list-style-type: none"> exemples de la loi de conservation des masses (Lavoisier) et loi des proportions définies (Proust)
<ul style="list-style-type: none"> prévoient les quantités de matière impliquées dans une réaction chimique 	<ul style="list-style-type: none"> réactions exemplaires pour utiliser les notions de masse atomique, mol, masse molaire, proportions
<ul style="list-style-type: none"> identifient des types de réactions courantes énoncent des hypothèses sur l'aboutissement de réactions chimiques simples formulent les équations de réaction correspondantes 	<ul style="list-style-type: none"> exemples significatifs de combustion, de réaction de neutralisation, etc.
<ul style="list-style-type: none"> interprètent des phénomènes chimiques du point de vue du transfert d'énergie 	<ul style="list-style-type: none"> différentes sortes de transfert d'énergie, notamment l'absorption de chaleur, l'émission de chaleur, l'absorption de lumière, l'émission de lumière
Observations, mesures et analyses	
<ul style="list-style-type: none"> nomment des ustensiles de laboratoire 	<ul style="list-style-type: none"> erlenmeyer, berlin, cylindre gradué, trépied, bec bunsen, etc.

<ul style="list-style-type: none"> • nomment des consignes de sécurité appropriées et identifient les sources de dangers et leur pictogramme 	<ul style="list-style-type: none"> • consignes de sécurité adaptées à la situation comme des lunettes de protection, des gants, un tablier de laboratoire, etc. • pictogrammes
<ul style="list-style-type: none"> • utilisent leurs sens ainsi que des méthodes simples d'analyse pour identifier différentes substances 	<ul style="list-style-type: none"> • l'odorat, la vue, le toucher • p. ex. : jus de chou rouge, solubilité dans l'eau
<ul style="list-style-type: none"> • consignent par écrit leurs observations et interprètent les résultats 	<ul style="list-style-type: none"> • rapport de laboratoire correct
<ul style="list-style-type: none"> • formulent des hypothèses quant à l'évolution de réactions chimiques • planifient des analyses pour vérifier ces hypothèses • les exécutent • les exploitent • font des liens entre les observations expérimentales et les équations chimiques énoncées • choisissent de manière autonome des procédés de séparation et les utilisent 	<ul style="list-style-type: none"> • sélection d'expériences sur la solubilité, comportement au contact d'indicateurs colorés universels, conductivité électrique, comportement face au chauffage, comportement au contact d'acide, identification de composés • chromatographie, distillation, décantation
Chimie et société	
<ul style="list-style-type: none"> • rassemblent de manière autonome des informations pertinentes sur un élément du système périodique (tableau périodique) • les présentent de manière appropriée et ciblée 	<ul style="list-style-type: none"> • origine, utilisation, extraction, dangers, réactions simples, etc.
<ul style="list-style-type: none"> • rassemblent des informations pertinentes sur un processus d'analyse ou un procédé de fabrication • présentent celui-ci de manière adaptée et en fonction du public cible 	<ul style="list-style-type: none"> • analyses de la qualité des sols/de l'eau, preuves qualitatives et quantitatives • procédés industriels
<ul style="list-style-type: none"> • discutent des avantages et des inconvénients de l'industrie chimique et de sa répercussion sur le niveau de vie et sur l'environnement 	<ul style="list-style-type: none"> • contextes comme les nouvelles technologies, la médecine, l'industrie, la pollution
<ul style="list-style-type: none"> • montrent la présence de processus et de substances chimiques dans la nature et dans les êtres vivants 	<ul style="list-style-type: none"> • exemples significatifs de processus comme la respiration, la digestion • des substances comme les sels, le dioxyde de carbone et le glucose
<ul style="list-style-type: none"> • recherchent des informations pertinentes sur le thème « la chimie est partout » en exploitant les connaissances préalables en chimie • établissent des rapports avec la vie quotidienne 	<ul style="list-style-type: none"> • thèmes à titre d'exemple : « la chimie dans nos maisons », « la chimie dans l'agriculture »
<ul style="list-style-type: none"> • décrivent l'extraction et le conditionnement des combustibles 	<ul style="list-style-type: none"> • conditionnement du charbon et du pétrole lié aux besoins énergétiques et à la pollution

fossiles et discutent des avantages et des inconvénients	de l'environnement, industrie du plastique et industrie cosmétique
• décrivent la nécessité absolue de l'oxygène, l'eau et le carbone pour la vie	• cycles naturels du carbone
• identifient des réactions de combustion dans la vie de tous les jours et dans la société	• p. ex. : combustion d'alcane, d'alcool dans le chauffage au gaz, fondue, bougie, moteur à combustion

5.2.2.2. Troisième degré de l'enseignement secondaire

3^e degré de l'enseignement secondaire : Chimie : cours général	
Compétences attendues	Contenus/Contextes
Les élèves...	
Structure de la matière	
Description	
• décrivent des propriétés typiques de produits courants dans un langage technique	• propriétés du vinaigre, de la rouille, du vert-de-gris, du savon, des acides gras, etc.
• font des liens entre la structure moléculaire et leurs propriétés	• exemple significatif d'isoméries
• appliquent différentes formes de représentation de composés organiques	• exemples de représentations de formules
• décrivent structure, origine, utilité et rôle de macromolécules	• exemples choisis de molécules biochimiques comme les protéines, l'ADN, les acides gras oméga, etc.
Classification	
• identifient à l'aide d'exemples des groupes fonctionnels	exemples significatifs : • alcènes, alcynes, alcools, éthers, esters et acides carboxyliques • hydrates de carbone, graisses, protéines
• nomment des substances organiques à partir des règles IUPAC • attribuent une formule correcte à une dénomination donnée	• la nomenclature IUPAC des composés organiques • exemples significatifs d'isomères
• classifient les substances en fonction de critères déterminés	• critères comme : soluble/insoluble, acide/base, oxydant/réducteur, etc.
• décrivent des propriétés de polymères	• polymères courants
Réactions chimiques	
• interprètent des phénomènes quotidiens comme sorte de réaction spécifique et leur attribuent une équation	• sélection de phénomènes quotidiens p. ex. : transport de l'oxygène par l'hémoglobine, combustion de cire, dissolution de calcaire grâce à du vinaigre, dégraissage grâce à un liquide vaisselle

	<ul style="list-style-type: none"> chimie organique dans les aliments : processus d'oxydation, fermentation, oxydation d'alcool
<ul style="list-style-type: none"> identifient un type de réaction à l'aide d'une équation de réaction 	<ul style="list-style-type: none"> réaction de neutralisation, redox, réaction d'addition, réaction de condensation, réaction de polymérisation
<ul style="list-style-type: none"> formulent des suppositions quant à l'aboutissement de réactions chimiques simples et établissent une équation de réaction 	<ul style="list-style-type: none"> réactions choisies de substances organiques
Concept de donneur-accepteur	
<ul style="list-style-type: none"> nomment quelques oxydants et réducteurs familiers, acides et bases courants 	<ul style="list-style-type: none"> utilisations de la nomenclature chimique
<ul style="list-style-type: none"> distinguent l'oxydation de la réduction 	<ul style="list-style-type: none"> oxydation, réduction, redox, oxydant, réducteur, tableau redox
<ul style="list-style-type: none"> discutent de l'applicabilité des théories sur les acides-bases créent des liens entre la concentration en ions hydronium et la valeur de pH 	<ul style="list-style-type: none"> Arrhenius, Brønsted, autoprotolyse de l'eau, pH
<ul style="list-style-type: none"> identifient et interprètent des phénomènes familiers comme une réaction chimique caractérisent et interprètent les réactions donneur-accepteur pondèrent des réactions donneur-accepteur simples avec notation des ions et déterminent le genre de réactions 	<ul style="list-style-type: none"> réactions acido-basiques, redox dans la vie de tous les jours
<ul style="list-style-type: none"> esquissent le passage de courant dans différents types de piles comparent à titre d'exemple le processus d'électrolyse et les différents générateurs électrochimiques 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : pile de Volta différentes piles commerciales, accumulateurs
<ul style="list-style-type: none"> décrivent différents processus d'électrolyse et leur utilisation 	<ul style="list-style-type: none"> galvanisation comme le chromage, le dorage
Énergétique et cinétique	
<ul style="list-style-type: none"> interprètent des phénomènes chimiques observés quant au transfert d'énergie et dessinent des diagrammes enthalpiques simples pour des réactions données 	<ul style="list-style-type: none"> différents modes de transfert d'énergie comme l'absorption de chaleur, l'émission de chaleur (endothermique, exothermique), l'absorption de lumière, émission de lumière, la production et la consommation d'électricité enthalpie, entropie
<ul style="list-style-type: none"> prévoient l'absorption ou le dégagement de chaleur au cours d'une réaction chimique prévoient si une réaction sera complète, à l'équilibre ou impossible 	<ul style="list-style-type: none"> signification d'enthalpie, d'entropie dans des réactions choisies
<ul style="list-style-type: none"> discutent des critères de spontanéité d'une réaction acido-basique et redox 	<ul style="list-style-type: none"> exemples de réactions spontanées et non-spontanées
<ul style="list-style-type: none"> établissent des liens entre la vitesse de 	<ul style="list-style-type: none"> facteurs comme les catalyseurs, la

réaction et les facteurs influençant celle-ci	température, la concentration des substances, le degré de dispersion, la variété de produits
Équilibres chimiques	
<ul style="list-style-type: none"> formulent pour des équations de réactions données la constante d'équilibre distinguent la concentration de départ et la concentration à l'équilibre et calculent les deux à l'aide des constantes d'équilibre 	<ul style="list-style-type: none"> exemples significatifs de réaction en équilibre, la constante d'équilibre, le produit de solubilité, la précipitation
<ul style="list-style-type: none"> utilisent les modifications de température, de pression et de concentration pour optimiser le rendement d'une réaction chimique 	<ul style="list-style-type: none"> applications significatives de la loi générale de modération (principe de Le Châtelier)
<ul style="list-style-type: none"> prévoient de manière qualitative la formation d'un précipité à partir d'exemples tirés de la vie quotidienne 	<ul style="list-style-type: none"> solubilité, équilibre de solubilité, produit de solubilité p. ex. : le calcaire
Observations, mesures et analyses	
<ul style="list-style-type: none"> utilisent des méthodes quantitatives et qualitatives d'analyse et/ou des tests spécifiques les décrivent exploitent leurs résultats 	<ul style="list-style-type: none"> une sélection de méthodes d'analyse comme le titrage, la mesure du pH, l'estimation du pH
<ul style="list-style-type: none"> vérifient les propriétés de différentes substances organiques 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : conductivité électrique, solubilité dans l'eau, flexibilité, dureté p. ex. : polymères
<ul style="list-style-type: none"> réalisent une expérience d'oxydoréduction 	<ul style="list-style-type: none"> expériences comme par exemple cuivrage, construction d'un générateur électrochimique (pile galvanique)
<ul style="list-style-type: none"> prouvent la présence de différents ions par des réactions de précipitation 	<ul style="list-style-type: none"> produit de solubilité
<ul style="list-style-type: none"> vérifient l'absorption ou le dégagement de chaleur au cours d'une réaction chimique 	<ul style="list-style-type: none"> signification d'enthalpie, d'entropie dans des réactions choisies
Chimie et société	
<ul style="list-style-type: none"> discutent de la présence, de l'utilisation et des inconvénients des polymères ainsi que des facteurs économiques liés à leur fabrication et à cette industrie 	<ul style="list-style-type: none"> polymères courants lien entre la structure moléculaire et une propriété
<ul style="list-style-type: none"> décrivent le cheminement d'un produit d'intérêt en passant par son traitement jusqu'à son utilisation et éventuellement son recyclage 	<ul style="list-style-type: none"> préparation chimique et/ou transformation de produits usuels naturels comme l'alcool, le savon, l'essence
<ul style="list-style-type: none"> font des liens entre la réactivité, l'énergie interne de substances et le risque biologique 	<ul style="list-style-type: none"> problèmes de santé liés aux dommages causés par les radicaux libres
<ul style="list-style-type: none"> mettent en relation les biomolécules courantes et leur utilisation quotidienne 	<ul style="list-style-type: none"> biomolécules dans des contextes différents comme par exemple la margarine, le biodiesel

<ul style="list-style-type: none"> discutent des applications chimiques contre la pollution 	<ul style="list-style-type: none"> chimie au service de la protection de l'environnement (p. ex. : recyclage, emballage en polymères biodégradables)
--	---

3^e degré de l'enseignement secondaire : Chimie : cours renforcé	
Compétences attendues	Contenus/Contextes
Les élèves...	
Structure de la matière	
Description	
<ul style="list-style-type: none"> décrivent des propriétés typiques de produits courants dans un langage technique 	<ul style="list-style-type: none"> propriétés du vinaigre, de la rouille, du vert-de-gris, du savon, des acides gras, etc.
<ul style="list-style-type: none"> font des liens entre la structure moléculaire et ses propriétés 	<ul style="list-style-type: none"> exemples d'isomères de fonction, de squelette, de position et d'isomères d'insaturation dans les substances organiques, d'isomérisation cis-trans, de formes de résonance
<ul style="list-style-type: none"> choisissent en fonction de la question posée différentes formes adéquates de représentation de composés organiques 	<ul style="list-style-type: none"> exemples de représentations de formules
<ul style="list-style-type: none"> discutent de processus de détection et d'analyse de substances 	<ul style="list-style-type: none"> exemples pertinents de chromatographie, spectrométrie
<ul style="list-style-type: none"> décrivent la structure, l'origine, l'utilité et le rôle des macromolécules 	<ul style="list-style-type: none"> exemples choisis de molécules biochimiques comme les protéines, l'ADN, les acides gras oméga, etc.
<ul style="list-style-type: none"> identifient la validité du modèle des couches électroniques d'un atome appliquent le modèle des orbitales pour expliquer la géométrie de certaines molécules 	<ul style="list-style-type: none"> orbitales, orbitales hybrides du carbone
<ul style="list-style-type: none"> identifient à l'aide de la règle de Hückel des systèmes aromatiques et décrivent les propriétés communes 	<ul style="list-style-type: none"> exemples choisis de systèmes aromatiques
<ul style="list-style-type: none"> explicitent la conception du modèle du gaz parfait et appliquent la loi des gaz parfaits 	<ul style="list-style-type: none"> applications en situation de la loi des gaz parfaits
Classification	
<ul style="list-style-type: none"> identifient à l'aide d'exemples des groupes fonctionnels 	exemples significatifs : <ul style="list-style-type: none"> alcènes, alcynes, alcools, éthers, aldéhydes, cétones, esters et acides carboxyliques hydrates de carbone, graisses, acides aminés et protéines amine, amide
<ul style="list-style-type: none"> montrent les limites de la règle de l'octet et discutent de son applicabilité 	<ul style="list-style-type: none"> sélection d'éléments de transition (du groupe B)
<ul style="list-style-type: none"> comparent les propriétés des éléments du 	<ul style="list-style-type: none"> extension du tableau périodique

<p>groupe A et du groupe B</p> <ul style="list-style-type: none"> expliquent l'extension du modèle des couches électroniques 	<ul style="list-style-type: none"> niveaux énergétiques des couches, nombre quantique principal et nombre quantique secondaire, remplissage des couches électroniques
<ul style="list-style-type: none"> nomment des substances organiques à partir des règles IUPAC attribuent une formule correcte à une dénomination donnée 	<ul style="list-style-type: none"> la nomenclature IUPAC des composés organiques exemples significatifs d'isomères
<ul style="list-style-type: none"> classifient les substances en fonction de critères déterminés 	<ul style="list-style-type: none"> critères comme : soluble/insoluble, acide/base, oxydant/réducteur, etc.
<ul style="list-style-type: none"> décrivent des propriétés de polymères et les classifient 	<ul style="list-style-type: none"> polymères courants
Réactions chimiques	
<ul style="list-style-type: none"> interprètent des phénomènes quotidiens comme type de réaction spécifique et leur attribuent une équation 	<ul style="list-style-type: none"> sélection de phénomènes quotidiens p. ex. : transport de l'oxygène par l'hémoglobine, combustion de cire, dissolution de calcaire grâce à du vinaigre, dégraissage grâce à un liquide vaisselle, etc. chimie organique dans les aliments : processus d'oxydation, fermentation, oxydation d'alcool
<ul style="list-style-type: none"> identifient un type de réaction à l'aide d'une équation de réaction 	<ul style="list-style-type: none"> types de réactions comme les redox, réaction de neutralisation, d'addition, de condensation, d'élimination, de substitution, de polymérisation
<ul style="list-style-type: none"> établissent des mécanismes de réactions appliquent des mécanismes de réactions connus à des réactions inconnues 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : addition et substitution radicalaires, substitution et addition électrophiles et nucléophiles, élimination
<ul style="list-style-type: none"> justifient des suppositions quant au déroulement de la réaction à l'aide de différents tableaux 	<ul style="list-style-type: none"> exemples de constante acido-basique, potentiel standard aux électrodes, produit de solubilité, constante de stabilité des complexes
<ul style="list-style-type: none"> formulent des suppositions quant à l'aboutissement de réactions chimiques simples et établissent une équation de réaction 	<ul style="list-style-type: none"> réactions choisies de substances organiques équations chimiques moléculaire et ionique
Concept de donneur-accepteur	
<ul style="list-style-type: none"> nomment quelques oxydants et réducteurs familiers, acides et bases courants 	<ul style="list-style-type: none"> utilisation de la nomenclature chimique
<ul style="list-style-type: none"> distinguent l'oxydation de la réduction 	<ul style="list-style-type: none"> oxydation, réduction, redox, oxydant, réducteur, tableau redox, potentiel standard de réduction
<ul style="list-style-type: none"> discutent de l'applicabilité des théories sur les acides-bases créent des liens entre la concentration en ions hydronium et la valeur de pH 	<ul style="list-style-type: none"> Arrhenius, Brønsted, autoprotolyse de l'eau, pH et valeurs de pK, ampholytes
<ul style="list-style-type: none"> identifient et interprètent des phénomènes 	<ul style="list-style-type: none"> réactions acido-basiques, réactions redox

<p>familiers comme une réaction chimique</p> <ul style="list-style-type: none"> caractérisent et interprètent les réactions donneur-accepteur pondèrent des réactions donneur-accepteur simples avec notation des ions et déterminent le genre des réactions 	<p>dans la vie de tous les jours</p>
<ul style="list-style-type: none"> esquissent le passage de courant dans différents types de piles comparent à titre d'exemple le processus d'électrolyse et les différents générateurs électrochimiques planifient la construction d'une pile de tension déterminée 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : pile de Volta différentes piles commerciales, accumulateurs, pile à combustible
<ul style="list-style-type: none"> décrivent différents processus d'électrolyse et leur utilisation 	<ul style="list-style-type: none"> galvanisation comme le chromage, le dorage
<ul style="list-style-type: none"> calculent à l'aide d'une table des potentiels standard la tension de piles 	<ul style="list-style-type: none"> applications de l'équation de Nernst
Énergétique et cinétique	
<ul style="list-style-type: none"> distinguent les réactions exothermiques des réactions endothermiques et justifient le transfert de chaleur 	<ul style="list-style-type: none"> premier principe de la thermodynamique
<ul style="list-style-type: none"> interprètent des phénomènes chimiques observés quant au transfert d'énergie et dessinent des diagrammes enthalpiques simples pour des réactions données 	<ul style="list-style-type: none"> différents modes de transfert d'énergie comme l'absorption de chaleur, l'émission de chaleur (endothermique, exothermique), l'absorption de lumière, l'émission de lumière, la production et la consommation d'électricité enthalpie, entropie
<ul style="list-style-type: none"> prévoient l'absorption ou le dégagement de chaleur au cours d'une réaction chimique prévoient si une réaction sera complète, à l'équilibre ou impossible 	<ul style="list-style-type: none"> signification d'enthalpie, d'entropie dans des réactions choisies la relation de Gibbs-Helmholtz
<ul style="list-style-type: none"> discutent des critères de spontanéité d'une réaction acido-basique et redox 	<ul style="list-style-type: none"> exemples de réactions spontanées et non spontanées
<ul style="list-style-type: none"> calculent à partir de tableaux l'enthalpie d'une réaction chimique 	<ul style="list-style-type: none"> différents tableaux d'enthalpie
<ul style="list-style-type: none"> calculent la capacité thermique spécifique d'une substance 	<ul style="list-style-type: none"> calorimétrie
<ul style="list-style-type: none"> établissent des liens entre la vitesse de réaction et les facteurs influençant celle-ci 	<ul style="list-style-type: none"> facteurs comme les catalyseurs, la température, la concentration des substances, le degré de dispersion, la variété de produits
<ul style="list-style-type: none"> interprètent des diagrammes énergétiques et l'influence d'un catalyseur 	<ul style="list-style-type: none"> transformation d'énergie au cours d'une réaction chimique, énergie d'activation
Équilibres chimiques	
<ul style="list-style-type: none"> formulent pour des équations de réactions données la constante d'équilibre 	<ul style="list-style-type: none"> exemples significatifs de réaction en équilibre, constante d'équilibre, produit

<ul style="list-style-type: none"> distinguent la concentration de départ et la concentration à l'équilibre utilisent la loi d'action de masse (Guldberg et Waage) de façon appropriée dans des calculs 	de solubilité, précipitation
<ul style="list-style-type: none"> utilisent les modifications de température, de pression et de concentration pour optimiser le rendement d'une réaction chimique 	<ul style="list-style-type: none"> applications significatives de la loi générale de modération (principe de Le Châtelier)
<ul style="list-style-type: none"> prévoient de manière qualitative la formation d'un précipité et justifient celle-ci à l'aide des constantes d'équilibre à partir d'exemples puisés dans la vie de tous les jours discutent l'influence de la température sur une réaction de précipitation 	<ul style="list-style-type: none"> solubilité, équilibre de solubilité, produit de solubilité p. ex. : le calcaire
<ul style="list-style-type: none"> calculent le pH de solutions aqueuses 	<ul style="list-style-type: none"> solutions diluées d'acides ou de bases solutions salines solutions tampons solution d'un mélange acido-basique
Observations, mesures et analyses	
<ul style="list-style-type: none"> utilisent des méthodes quantitatives et qualitatives d'analyse et/ou des tests spécifiques les décrivent exploitent leurs résultats 	<ul style="list-style-type: none"> une sélection de méthode d'analyse comme le titrage, la mesure du pH, l'estimation du pH, la potentiométrie p. ex. : études des sols, études de l'eau
<ul style="list-style-type: none"> formulent des hypothèses quant au déroulement d'une réaction chimique planifient des recherches pour vérifier ces hypothèses exécutent ces recherches exploitent celles-ci font des liens entre les observations expérimentales et les équations de réaction formulées 	<ul style="list-style-type: none"> réactions concernant des exemples précités
<ul style="list-style-type: none"> classent des substances organiques inconnues dans des groupes de substances donnés grâce à des tests d'identification 	<ul style="list-style-type: none"> tests comme p. ex. : le test avec la liqueur de Fehling, la détermination du pH, la détection de la présence d'alcool
<ul style="list-style-type: none"> vérifient les propriétés de différentes substances organiques 	<ul style="list-style-type: none"> conductivité électrique, solubilité dans l'eau, flexibilité, dureté, etc. p. ex. : polymères
<ul style="list-style-type: none"> exécutent une méthode séparative 	<ul style="list-style-type: none"> utilisation autonome de méthodes de séparation comme la distillation d'un mélange de liquides organiques
<ul style="list-style-type: none"> effectuent une synthèse simple de substances organiques 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : parfums, arômes, polymères
<ul style="list-style-type: none"> effectuent une/des synthèse(s) de 	<ul style="list-style-type: none"> polymères courants comme par exemple

polymères	le nylon, le polyuréthane
<ul style="list-style-type: none"> • vérifient l'absorption ou le dégagement de chaleur au cours d'une réaction chimique • vérifient des pronostics concernant l'avancement d'une réaction (à savoir si une réaction sera complète, à l'équilibre ou impossible) 	<ul style="list-style-type: none"> • signification d'enthalpie, d'entropie dans des réactions choisies
<ul style="list-style-type: none"> • mesurent le dégagement ou l'absorption de chaleur pendant une réaction chimique et interprètent leurs résultats • déterminent l'enthalpie d'une réaction 	<ul style="list-style-type: none"> • calorimétrie
<ul style="list-style-type: none"> • exécutent des titrages à partir de solutions titrantes préparées par leur soin et calculent la concentration de la solution titrée • choisissent un indicateur • dessinent et interprètent des courbes de titrage 	<ul style="list-style-type: none"> • titrage, courbes de titrage
<ul style="list-style-type: none"> • confectionnent une solution tampon et testent son pouvoir tampon 	<ul style="list-style-type: none"> • exemples de solutions tampons
<ul style="list-style-type: none"> • réalisent une expérience d'oxydoréduction 	<ul style="list-style-type: none"> • expériences comme par exemple cuivrage, construction d'un générateur électrochimique (pile galvanique)
<ul style="list-style-type: none"> • prouvent la présence de différents ions par des réactions de précipitation 	<ul style="list-style-type: none"> • produit de solubilité
<ul style="list-style-type: none"> • prouvent l'influence de différents facteurs sur le comportement de solubilité 	<ul style="list-style-type: none"> • variations de solvants, température, quantité et sorte de solutés
<ul style="list-style-type: none"> • prévoient la présence d'ions dans des solutions aqueuses et les décèlent 	<ul style="list-style-type: none"> • processus de détection typiques de la présence d'ions
<ul style="list-style-type: none"> • étudient des facteurs influençant la cinétique d'une réaction chimique • déduisent la loi de vitesse d'une réaction chimique à partir de données expérimentales 	<ul style="list-style-type: none"> • facteurs comme la nature des réactifs, la concentration initiale, l'influence de la température, les catalyseurs, le degré de dispersion
<ul style="list-style-type: none"> • réalisent des réactions de transfert et consignent leur rapport par écrit 	<ul style="list-style-type: none"> • un panel de réactions acido-basiques, réactions de complexation
Chimie et société	
<ul style="list-style-type: none"> • discutent de la présence, de la fabrication, de la diversité, de l'utilisation et des inconvénients des polymères ainsi que des facteurs économiques liés à leur fabrication et à cette industrie 	<ul style="list-style-type: none"> • polymères courants • synthèse de polymères avec en point de mire des propriétés d'intérêt (p. ex. : flexibilité, conductivité, résistance au choc) • lien entre structure moléculaire et propriété
<ul style="list-style-type: none"> • décrivent le lien entre structure et propriété et l'utilisation de cette connaissance dans 	<ul style="list-style-type: none"> • nanotechnologie

les progrès technologiques	<ul style="list-style-type: none"> exemples puisés dans la chimie organique
<ul style="list-style-type: none"> font des liens entre chimie organique, industrie pétrochimique et cosmétique/hygiène 	<ul style="list-style-type: none"> substances chimiques synthétiques utiles comme l'urée, l'acétone ou l'acétate d'éthyle, les arômes (esters), la cyclodextrine, les polymères superabsorbants traitement et préparation du pétrole brut, du pétrole, du gaz naturel, etc. : extraction, distillation, utilisation, risques pour l'environnement
<ul style="list-style-type: none"> décrivent le cheminement d'un produit de son extraction à son utilisation et éventuellement son recyclage en passant par son traitement 	<ul style="list-style-type: none"> préparation chimique et/ou transformation de produits usuels naturels comme l'alcool, le lait, le savon, l'essence, le caoutchouc, les polymères
<ul style="list-style-type: none"> font des liens entre la réactivité, l'énergie interne des substances et le risque biologique 	<ul style="list-style-type: none"> problèmes de santé liés aux dommages causés par les radicaux libres
<ul style="list-style-type: none"> mettent en relation les biomolécules courantes et leur utilisation quotidienne 	<ul style="list-style-type: none"> biomolécules dans des contextes différents comme par exemple la margarine, les aliments pauvres en graisse, la digestion des graisses, le biodiesel, l'apport de protéines chez les sportifs, la détection d'empreintes digitales (ninhydrine)
<ul style="list-style-type: none"> discutent des applications chimiques contre la pollution 	<ul style="list-style-type: none"> chimie au service de la protection de l'environnement (p. ex. : recyclage, emballage en polymères biodégradables)
<ul style="list-style-type: none"> décrivent l'extraction et l'affinage de matières brutes dans l'exploitation minière 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : minerais métalliques
<ul style="list-style-type: none"> élaborent un travail de leur choix, qui décrit un procédé industriel, ou bien un travail sur la répercussion d'une découverte chimique sur la société et/ou l'environnement 	<ul style="list-style-type: none"> dans le domaine de l'analytique, de la synthèse ou de la réduction de l'impact sur l'environnement p. ex. : découverte de la dynamite, découverte de médicaments (p. ex. : aspirine, antibiotiques), utilisation de pesticides comme le DDT

5.2.3. Physique

Tous les contenus et contextes d'apprentissage indiqués dans la colonne de droite servent à l'acquisition des compétences par l'élève. Ils ne sont pas à considérer comme une liste exhaustive qu'on devrait traiter point par point. Lors de la préparation et de la conception des cours, les enseignants peuvent, voire doivent, tout en le motivant sur le plan pédagogique, établir des priorités.

Celles-ci peuvent dès lors être différentes d'une année à l'autre.

L'ordre dans lequel se retrouvent les différentes attentes de compétences de ce chapitre n'obéit pas à une chronologie obligatoire dans les cours.

5.2.3.1. Deuxième degré de l'enseignement secondaire

2^e degré de l'enseignement secondaire : Physique : cours de base	
Compétences attendues	Contenus/Contextes
Les élèves...	
Forces, équilibres et mouvements	
<ul style="list-style-type: none"> décrivent des mouvements dans différents systèmes de référence utilisent des systèmes d'unités appropriés et sont capables de faire des conversions d'unités 	<ul style="list-style-type: none"> cinématique masse ponctuelle, mouvement rectiligne uniforme, état de repos
<ul style="list-style-type: none"> attribuent les exemples de mouvement aux types de mouvement 	<ul style="list-style-type: none"> le mouvement rectiligne uniforme, le mouvement rectiligne uniformément accéléré
<ul style="list-style-type: none"> appliquent les lois de Newton à des situations quotidiennes 	<ul style="list-style-type: none"> les trois lois fondamentales de Newton
<ul style="list-style-type: none"> calculent des séries de mouvement dynamique à partir de conditions de départ et de conditions aux limites 	<ul style="list-style-type: none"> mouvement uniformément accéléré sous l'influence de forces
<ul style="list-style-type: none"> représentent graphiquement des mouvements courants et les interprètent, et associent les graphiques aux mesures et calculs 	<ul style="list-style-type: none"> graphiques v-t, s-t, a-t
<ul style="list-style-type: none"> identifient la pression comme étant dépendante de la force et de la surface dans des exemples tirés du quotidien ou du domaine technique mesurent et calculent la masse volumique et la pression dans des exemples simples d'application 	<ul style="list-style-type: none"> masse volumique, pression, le principe de Pascal Pa, mm de mercure, bar, atm
Énergie et thermodynamique	
<ul style="list-style-type: none"> élucident, à l'aide d'exemples tirés de la vie courante, la validité du principe de conservation 	<ul style="list-style-type: none"> principe de la conservation de l'énergie et ses limites

<ul style="list-style-type: none"> • établissent des liens entre des grandeurs énergétiques en mécanique, électricité et thermodynamique • discutent de l'avantage mécanique et d'énergie 	<ul style="list-style-type: none"> • relations entre joule (J), kilowattheure (kWh) et calorie (cal) comme unité de grandeur utilisée pour les produits alimentaires
<ul style="list-style-type: none"> • comparent et évaluent les appareils électriques en tenant compte des aspects écologiques 	<ul style="list-style-type: none"> • classes énergétiques, consommation électrique
Rayonnements, oscillations et ondes	
<ul style="list-style-type: none"> • justifient à l'aide d'un phénomène les limites de l'optique géométrique 	<ul style="list-style-type: none"> • observation qualitative de la diffraction d'ondes acoustiques et lumineuses
<ul style="list-style-type: none"> • décrivent des phénomènes ondulatoires puisés dans la nature ou dans la technologie 	<ul style="list-style-type: none"> • p. ex. : chauves-souris, baleines, sonars, échographie, ondes sismiques, ondes à la surface d'un liquide, gsm
<ul style="list-style-type: none"> • décrivent les ondes à partir de leurs caractéristiques 	<ul style="list-style-type: none"> • amplitude, longueur d'onde, fréquence
<ul style="list-style-type: none"> • interprètent couleur et luminosité dans le cadre des grandeurs caractéristiques des ondes 	<ul style="list-style-type: none"> • spectre lumineux
<ul style="list-style-type: none"> • interprètent l'intensité sonore et la fréquence sonore dans le cadre des grandeurs caractéristiques des ondes • ordonnent les mesures en décibels de bruits connus 	<ul style="list-style-type: none"> • spectres sonores simples (son, timbre, bruit) • l'échelle de dB • mesure de l'intensité des bruits courants
Structure et propriétés de la matière	
<ul style="list-style-type: none"> • différencient des matières en fonction de leurs propriétés électrique, optique, mécanique, magnétique et thermique 	<ul style="list-style-type: none"> • exemples d'application techniques et utilisation de propriétés dans le domaine de l'énergie/technologie de communication et d'information

2^e degré de l'enseignement secondaire : Physique : cours général	
Compétences attendues	Contenus/Contextes
Les élèves...	
Forces, équilibres et mouvements	
<ul style="list-style-type: none"> • décrivent des mouvements dans différents systèmes de référence • utilisent des systèmes d'unités appropriés et sont capables de faire des conversions d'unités 	<ul style="list-style-type: none"> • cinématique • masse ponctuelle, mouvement rectiligne uniforme, état de repos
<ul style="list-style-type: none"> • attribuent aux exemples de mouvement un type de mouvement 	<ul style="list-style-type: none"> • le mouvement rectiligne uniforme, le mouvement rectiligne uniformément accéléré, le mouvement circulaire
<ul style="list-style-type: none"> • identifient des forces comme étant à l'origine de déformations ou de changement de l'état de mouvement 	<ul style="list-style-type: none"> • collisions élastiques et inélastiques, mouvement circulaire, accélération et freinage
<ul style="list-style-type: none"> • appliquent les lois de Newton à des situations quotidiennes 	<ul style="list-style-type: none"> • les trois lois fondamentales de Newton • l'accélération gravitationnelle, la chute libre
<ul style="list-style-type: none"> • calculent des séries de mouvement dynamique à partir de conditions de départ et de conditions aux limites 	<ul style="list-style-type: none"> • mouvement uniformément accéléré en tenant compte de l'influence de forces
<ul style="list-style-type: none"> • représentent graphiquement des mouvements courants et les interprètent, et associent les graphiques aux mesures et calculs 	<ul style="list-style-type: none"> • graphiques v-t, s-t, a-t
<ul style="list-style-type: none"> • discutent des limites et de l'applicabilité, de la nécessité et de l'avantage de systèmes physiques et de modèles • font référence à des phénomènes quotidiens 	<ul style="list-style-type: none"> • physique dans le sport, mécanique et trafic, sécurité routière
<ul style="list-style-type: none"> • additionnent et décomposent graphiquement des forces en considérant le point d'application et la ligne d'action 	<ul style="list-style-type: none"> • addition de vecteurs forces
<ul style="list-style-type: none"> • identifient la pression comme étant dépendante de la force et de la surface dans des exemples tirés du quotidien ou du domaine technique • mesurent et calculent la masse volumique et la pression dans des exemples simples d'application 	<ul style="list-style-type: none"> • masse volumique, pression, principe de Pascal • Pa, mm Hg, bar, atm
Énergie et thermodynamique	
<ul style="list-style-type: none"> • distinguent différentes formes d'énergie et discutent de l'importance de ces formes dans des contextes de systèmes techniques et naturels • distinguent l'énergie comme variable d'état d'un système et variable de transfert entre systèmes 	<ul style="list-style-type: none"> • chaleur, énergie électrique, énergie éolienne, énergie nucléaire, énergie solaire, énergie cinétique, énergie potentielle, travail, etc. • variable d'état : énergie potentielle et cinétique • variable de transfert : chaleur et travail

<ul style="list-style-type: none"> soupèsent les avantages et les inconvénients et décrivent les processus de transformation et le stockage 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : barrage, accumulateur système ouvert et fermé
<ul style="list-style-type: none"> explicitent, à l'aide d'exemples tirés de la vie quotidienne, la validité du principe de conservation de l'énergie 	<ul style="list-style-type: none"> principe de la conservation de l'énergie mécanique et ses limites
<ul style="list-style-type: none"> justifient des calculs et opérations à l'aide du principe de conservation de l'énergie 	<ul style="list-style-type: none"> $E = mgh$ et $E = \frac{mv^2}{2}$ travail résistant et énergie potentielle, travail moteur et énergie cinétique bilans énergétiques, p. ex. : oscillations d'un pendule, mouvements sur un plan incliné
<ul style="list-style-type: none"> discutent des machines simples en considérant l'avantage mécanique et l'énergie 	<ul style="list-style-type: none"> lien entre force, distance parcourue et travail au levier, poulies, plan incliné
<ul style="list-style-type: none"> décrivent des processus concernant la dégradation de l'énergie discutent des limites du principe de conservation de l'énergie 	<ul style="list-style-type: none"> dégradation de l'énergie par frottements ou dégagement de chaleur utilité et inconvénients du frottement p. ex. : pneus de voitures, patins à glace
<ul style="list-style-type: none"> établissent des liens entre des unités de mesure d'énergie mécanique, électrique et thermique calculent des processus de transformation de l'énergie 	<ul style="list-style-type: none"> relations entre joule (J), kilowattheure (kWh), watt seconde (Ws), newton-mètre (Nm) et calorie (cal) comme unité de grandeur utilisée pour les produits alimentaires
<ul style="list-style-type: none"> établissent des liens entre grandeurs électriques 	<ul style="list-style-type: none"> intensité du courant, tension, résistance, puissance
<ul style="list-style-type: none"> comparent et évaluent les appareils électriques en considérant les aspects écologiques 	<ul style="list-style-type: none"> classes énergétiques, consommation électrique, puissance, rendement
<ul style="list-style-type: none"> calculent le coût énergétique lié à l'utilisation d'électricité 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : différentes méthodes pour chauffer les produits alimentaires p. ex. : économie d'énergie en éclairage et autres appareils électriques
<ul style="list-style-type: none"> interprètent des mécanismes de transfert de chaleur à partir de modèles appropriés 	<ul style="list-style-type: none"> exemples de conduction thermique, de rayonnement thermique, de convection p. ex. isolation thermique, maison basse énergie, vase de Dewar, chauffage central
<ul style="list-style-type: none"> décrivent la signification universelle du concept énergétique dans le monde vivant et minéral 	<ul style="list-style-type: none"> alimentation et besoins énergétiques comme processus en équilibre transformations d'énergie au cours de réactions chimiques

<ul style="list-style-type: none"> distinguent de manière adéquate la température, la chaleur et l'énergie interne 	<ul style="list-style-type: none"> l'échelle de température en degrés Celsius, le zéro absolu, l'échelle de degrés Kelvin, le mouvement brownien augmentation de la température par injection calorifique chaleur de fusion, chaleur de vaporisation, capacité thermique
Rayonnements, oscillations et ondes	
<ul style="list-style-type: none"> décrivent l'effet d'appareils optiques dans le cadre de l'optique géométrique calculent des trajectoires simples de rayons 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : télescope, microscope p. ex. : fibre optique réfraction, réflexion totale, angle d'incidence critique
<ul style="list-style-type: none"> discutent des limites du modèle d'optique géométrique 	<ul style="list-style-type: none"> observation qualitative de la diffraction d'ondes acoustiques et lumineuses
<ul style="list-style-type: none"> décrivent des phénomènes ondulatoires puisés dans la nature ou dans la technologie 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. chauves-souris, baleines, sonars, ultrasons et ondes sismiques, ondes à la surface d'un liquide, gsm
<ul style="list-style-type: none"> décrivent les ondes à partir de leurs caractéristiques 	<ul style="list-style-type: none"> amplitude, longueur d'onde, fréquence
<ul style="list-style-type: none"> interprètent couleur et luminosité dans le cadre des grandeurs caractéristiques des ondes 	<ul style="list-style-type: none"> spectre lumineux
<ul style="list-style-type: none"> interprètent l'intensité sonore et la fréquence sonore dans le cadre des grandeurs caractéristiques des ondes évaluent les mesures en décibels de bruits connus 	<ul style="list-style-type: none"> spectres sonores simples (son, timbre, bruit) l'échelle de dB
Structure et propriétés de la matière	
<ul style="list-style-type: none"> distinguent des matières en fonction de leurs propriétés électrique, optique, mécanique, magnétique et thermique décrivent des modèles simples de propriétés électriques 	<ul style="list-style-type: none"> exemples d'applications techniques et d'utilisation de propriétés dans le domaine de l'énergie et de la technologie de l'information et de la communication

2^e degré de l'enseignement secondaire : Physique : cours renforcé	
Compétences attendues	Contenus/Contextes
Les élèves	
Forces, équilibres et mouvements	
<ul style="list-style-type: none"> • décrivent des mouvements dans différents systèmes de référence • utilisent des systèmes d'unités appropriés et sont capables de faire des conversions d'unité 	<ul style="list-style-type: none"> • cinématique • masse ponctuelle, mouvement rectiligne uniforme, état de repos, etc.
<ul style="list-style-type: none"> • attribuent aux exemples de mouvement et aux graphiques typiques de mouvement un type de mouvement 	<ul style="list-style-type: none"> • le mouvement rectiligne uniforme, le mouvement rectiligne uniformément accéléré, le mouvement circulaire
<ul style="list-style-type: none"> • identifient des forces comme étant à l'origine de déformations ou de changement de l'état de mouvement • justifient une modification d'un mouvement par l'action d'une force 	<ul style="list-style-type: none"> • collisions élastiques et inélastiques, mouvement circulaire, accélération et freinage, changements de direction
<ul style="list-style-type: none"> • appliquent les lois de Newton à des situations quotidiennes 	<ul style="list-style-type: none"> • les trois lois fondamentales de Newton • l'accélération gravitationnelle, la chute libre
<ul style="list-style-type: none"> • calculent des séries de mouvements dynamiques à partir de conditions de départ et de conditions aux limites 	<ul style="list-style-type: none"> • mouvement uniformément accéléré en tenant compte de l'influence de forces
<ul style="list-style-type: none"> • représentent graphiquement des mouvements courants et les interprètent, et associent les graphiques aux mesures et calculs 	<ul style="list-style-type: none"> • relation entre s-t, v-t, a-t et graphiques pour les MRU et MRUA • point de rencontre de deux corps en mouvement (accéléré ou non, de même sens ou de sens opposé)
<ul style="list-style-type: none"> • discutent des limites et de l'applicabilité, de la nécessité et de l'avantage de systèmes physiques et de modèles • font référence à des phénomènes quotidiens 	<ul style="list-style-type: none"> • physique dans le sport, la mécanique et le trafic, sécurité routière
<ul style="list-style-type: none"> • additionnent et décomposent graphiquement et algébriquement des forces en considérant le point d'application et la ligne d'action 	<ul style="list-style-type: none"> • somme de vecteurs-forces, composantes : force parallèle sur un solide en pente et force normale, frottement
<ul style="list-style-type: none"> • identifient des états d'équilibre dans des exemples tirés du quotidien et les modélisent comme résultat nul de plusieurs forces 	<ul style="list-style-type: none"> • p. ex. : poussée d'Archimède, corps immobiles et corps en mouvement non accéléré, frottement • équilibres statique et dynamique
<ul style="list-style-type: none"> • interprètent l'état de repos/l'état d'équilibre et l'état de mouvement comme dépendant du système considéré 	<ul style="list-style-type: none"> • aucun corps ne se trouve au repos absolu • exemples tirés de la vie quotidienne et de la mécanique céleste

<ul style="list-style-type: none"> analysent et modélisent des mouvements composés à partir d'outils informatiques et évaluent les données en tenant compte de l'erreur d'approximation 	<ul style="list-style-type: none"> tir parabolique, saut, etc. composition des vitesses
<ul style="list-style-type: none"> identifient la pression comme étant dépendante de la force et de la surface dans des exemples tirés du quotidien ou du domaine technique mesurent et calculent la masse volumique et la pression dans des exemples simples d'application 	<ul style="list-style-type: none"> masse volumique, pression, principe de Pascal Pa, mm Hg, bar, atm
<ul style="list-style-type: none"> interprètent des mesures en fonction de leur pertinence 	<ul style="list-style-type: none"> sources d'erreurs et précision d'une mesure
Énergie et thermodynamique	
<ul style="list-style-type: none"> distinguent différentes formes d'énergie et discutent de l'importance de ces formes dans des contextes de systèmes techniques et naturels distinguent l'énergie comme variable d'état d'un système et variable de transfert entre systèmes soupèsent les avantages et les inconvénients et décrivent les processus de transformation et de stockage 	<ul style="list-style-type: none"> chaleur, énergie électrique, énergie éolienne, énergie nucléaire, énergie solaire, énergie cinétique, énergie potentielle, travail, etc. variable d'état : énergie potentielle et cinétique variable de transfert : chaleur et travail p. ex. : barrage, accumulateur, carburant, propulsion hybride système ouvert et système fermé
<ul style="list-style-type: none"> explicitent à l'aide d'exemples tirés de la vie quotidienne la validité du principe de conservation de l'énergie 	<ul style="list-style-type: none"> principe de conservation de l'énergie mécanique et ses limites
<ul style="list-style-type: none"> comparent le principe de conservation de l'énergie avec le principe de conservation de la quantité de mouvement utilisent le principe de conservation de l'énergie et le principe de conservation de la quantité de mouvement pour les collisions 	<ul style="list-style-type: none"> chocs élastique et inélastique processus réversible et irréversible
<ul style="list-style-type: none"> justifient des calculs et des opérations avec le principe de conservation de l'énergie 	<ul style="list-style-type: none"> $E = mgh$ et $E = \frac{mv^2}{2}$ travail résistant et énergie potentielle, travail moteur et énergie cinétique bilans énergétiques p. ex. : oscillations d'un pendule, mouvements sur un plan incliné
<ul style="list-style-type: none"> discutent des machines simples en considérant l'avantage mécanique et l'énergie 	<ul style="list-style-type: none"> lien entre force, distance parcourue et travail au levier, poulies, plan incliné

<ul style="list-style-type: none"> • décrivent les processus concernant la dégradation de l'énergie • discutent des limites du principe de conservation de l'énergie 	<ul style="list-style-type: none"> • dégradation de l'énergie par frottement ou sous forme de chaleur • utilité et inconvénients du frottement p. ex. : pneus de voitures, patins à glace
<ul style="list-style-type: none"> • montrent les analogies entre mouvements et courant électrique et discutent le modèle mécanique du courant 	<ul style="list-style-type: none"> • analogie hydraulique, usine de pompage
<ul style="list-style-type: none"> • établissent des liens entre des unités de mesure d'énergie mécanique, électrique et thermique et la puissance • calculent des processus de transformation d'énergie 	<ul style="list-style-type: none"> • relations entre joule (J), kilowattheure (kWh), watt seconde (Ws), newton-mètre (Nm) et calorie (cal) utilisée comme unité de grandeur pour les produits alimentaires • J/s, W
<ul style="list-style-type: none"> • établissent des liens entre grandeurs électriques • interprètent les grandeurs électriques avec leur équivalent mécanique et leur attribuent les unités standard 	<ul style="list-style-type: none"> • la charge électrique (C), l'intensité de courant (A), la différence de potentiel (V), la résistance (Ω), la puissance (Watt), l'énergie électrique (travail, J) • $I = \frac{q}{t}$; $U = RI$; $P = UI$, $P = \frac{W}{t}$
<ul style="list-style-type: none"> • décrivent les effets et les dangers du courant électrique • expliquent le mode d'action des mesures de sécurité en électricité 	<ul style="list-style-type: none"> • effet thermique, effet magnétique, effet biologique • paratonnerre, fusibles, interrupteur différentiel, dommages à la santé, etc.
<ul style="list-style-type: none"> • appliquent les lois de Kirchhoff pour des circuits électriques simples 	<ul style="list-style-type: none"> • loi des nœuds, loi des mailles
<ul style="list-style-type: none"> • comparent et évaluent les appareils électriques en considérant les aspects écologiques 	<ul style="list-style-type: none"> • classes énergétiques, consommation électrique, puissance, rendement • effet joule
<ul style="list-style-type: none"> • calculent le coût énergétique lié à l'utilisation d'électricité 	<ul style="list-style-type: none"> • p. ex. : différentes méthodes de réchauffement d'aliments • p. ex. : économie d'énergie pour les luminaires et autres appareils électriques
<ul style="list-style-type: none"> • interprètent des mécanismes de transfert de chaleur à partir de modèles appropriés 	<ul style="list-style-type: none"> • exemples de conduction thermique, de rayonnement thermique et de convection • p. ex. : isolation thermique, maison basse énergie, vase Dewar, chauffage central
<ul style="list-style-type: none"> • décrivent la signification universelle du concept énergétique dans le monde vivant et minéral 	<ul style="list-style-type: none"> • alimentation et besoins énergétiques comme processus en équilibre • transformations d'énergie au cours de réactions chimiques

<ul style="list-style-type: none"> discutent des besoins énergétiques et de l'approvisionnement en énergie à partir des énergies renouvelables, des sources d'énergies fossile et nucléaire et mettent en avant les avantages et les inconvénients 	<ul style="list-style-type: none"> problème d'approvisionnement en énergie, utilisation des ressources naturelles
<ul style="list-style-type: none"> distinguent de manière adéquate la température, la chaleur et l'énergie interne 	<ul style="list-style-type: none"> l'échelle de température en degrés Celsius, le zéro absolu, l'échelle de degrés Kelvin, le mouvement brownien augmentation de la température par injection calorifique chaleur de fusion, chaleur de vaporisation, capacité thermique
<ul style="list-style-type: none"> décrivent la puissance et le rendement pour les processus de conversion d'énergie et justifient des possibilités d'amélioration discutent de l'interaction entre la dilatation/compression et la modification de température 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : la machine à vapeur, le moteur à combustion, la cogénération
<ul style="list-style-type: none"> créent des liens entre l'apport de chaleur et l'élévation de la température interprètent des diagrammes de phases et attribuent aux phases différents phénomènes naturels discutent d'exemples techniques d'utilisation d'accumulateur de chaleur 	<ul style="list-style-type: none"> dépendance entre p-T, dépendance entre p-V, loi de Gay-Lussac, Boyle-Mariotte, constante universelle des gaz parfaits transitions de phase, chaleur de fusion, chaleur de vaporisation, capacité calorifique, calorimètre
Rayonnements, oscillations et ondes	
<ul style="list-style-type: none"> décrivent l'effet d'appareils optiques dans le cadre de l'optique géométrique calculent des trajectoires simples de rayons 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : télescope, microscope p. ex. : fibre optique indice de réfraction, réflexion totale, angle d'incidence critique
<ul style="list-style-type: none"> discutent des limites du modèle de rayonnement 	<ul style="list-style-type: none"> observation qualitative de la diffraction d'ondes acoustiques et lumineuses
<ul style="list-style-type: none"> décrivent des phénomènes ondulatoires puisés dans la nature ou dans la technologie 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : chauves-souris, baleines, sonars, ultrasons, ondes sismiques, ondes à la surface d'un liquide, gsm
<ul style="list-style-type: none"> décrivent les ondes à partir de leurs caractéristiques 	<ul style="list-style-type: none"> amplitude, longueur d'onde, fréquence
<ul style="list-style-type: none"> interprètent couleur et luminosité dans le cadre des grandeurs caractéristiques des ondes 	<ul style="list-style-type: none"> spectre lumineux
<ul style="list-style-type: none"> interprètent l'intensité sonore et la fréquence sonore dans le cadre des grandeurs caractéristiques des ondes évaluent les mesures en décibels de bruits connus attribuent aux grandeurs leurs symboles standardisés 	<ul style="list-style-type: none"> spectres sonores simples (son, timbre, bruit) l'échelle de dB

Structure et propriétés de la matière	
<ul style="list-style-type: none"> distinguent des matières en fonction de leurs propriétés électrique, optique, mécanique, magnétique et thermique décrivent des modèles simples de propriétés électriques 	<ul style="list-style-type: none"> exemples d'applications techniques et d'utilisation de propriétés dans le domaine de l'énergie et de la technologie de l'information et de la communication

5.2.3.2. Troisième degré de l'enseignement secondaire

3^e degré de l'enseignement secondaire : Physique : cours général	
Compétences attendues	Contenus/Contextes
Les élèves...	
Forces, équilibres, mouvements et champs	
<ul style="list-style-type: none"> décrivent le mouvement de corps célestes sous différents angles 	<ul style="list-style-type: none"> mouvements apparents et effectifs du soleil, de la lune et des planètes
<ul style="list-style-type: none"> décrivent le poids comme force de pesanteur, d'origine gravitationnelle 	<ul style="list-style-type: none"> la force de pesanteur comme force d'attraction entre deux masses (loi de la gravitation universelle de Newton, accélération centripète)
<ul style="list-style-type: none"> interprètent l'accomplissement d'orbites planétaires comme l'interaction entre le principe d'inertie et la gravitation 	<ul style="list-style-type: none"> force gravitationnelle en tant que force centripète p. ex. : les lois de Kepler
<ul style="list-style-type: none"> utilisent les outils multimédias comme source d'informations sur le thème de l'univers 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : astronomie, technique satellitaire et astronautique
<ul style="list-style-type: none"> réalisent des expériences sur l'attraction et la répulsion électriques comparent la loi de gravitation et la loi de Coulomb 	<ul style="list-style-type: none"> force électrique, loi de Coulomb champ électrique autour d'une charge ponctuelle, attraction et répulsion
<ul style="list-style-type: none"> comparent champ gravitationnel, champ magnétique et champ électrique 	<ul style="list-style-type: none"> champ vectoriel, lignes de champ
<ul style="list-style-type: none"> identifient des situations de danger et formulent des mesures de protection 	<ul style="list-style-type: none"> chargement et déchargement, cage de Faraday, dangers dus à une charge électrostatique
<ul style="list-style-type: none"> classifient et comparent des forces en fonction de différents critères 	<ul style="list-style-type: none"> force gravitationnelle, force électrique, force magnétique
Énergie et thermodynamique	
<ul style="list-style-type: none"> modélisent des circuits électriques et calculent leurs caractéristiques 	<ul style="list-style-type: none"> représentation d'un circuit, montage en série et en parallèle, charge électrique (C), intensité de courant (A), tension (V), résistance (Ω), puissance (Watt), énergie électrique (travail, J), prise de terre $I = \frac{q}{t}$; $U = RI$; $P = UI$, $P = \frac{W}{t}$

<ul style="list-style-type: none"> • interprètent des expériences de l'action de force mécanique sur un conducteur traversé par un courant et déterminent le sens de la force • expliquent des expériences d'induction 	<ul style="list-style-type: none"> • description vectorielle de la force de Lorentz
<ul style="list-style-type: none"> • discutent des systèmes engendrant des champs magnétiques ainsi que des applications techniques de ces champs 	<ul style="list-style-type: none"> • bobine, électroaimant, moteur et générateur
<ul style="list-style-type: none"> • comparent des grandeurs et leurs dimensions en mécanique et en électricité 	<ul style="list-style-type: none"> • force mécanique-électrique, intensité de courant-débit, différence de niveau-tension
<ul style="list-style-type: none"> • distinguent des phénomènes spontanés de phénomènes non spontanés et justifient sur la base de la transformation d'énergie 	<ul style="list-style-type: none"> • changements d'état réversible et irréversible • dégradation de l'énergie • rendement des machines thermiques
<ul style="list-style-type: none"> • décrivent des phénomènes thermodynamiques sous différents angles systémiques 	<ul style="list-style-type: none"> • concept global : perspectives systémiques : bilan énergétique au niveau terrestre, effet de serre/conservation de l'énergie/transformation d'énergie, variables d'état et variables de transfert, processus réversible et irréversible
<ul style="list-style-type: none"> • comparent des procédés de production de courant électrique 	<ul style="list-style-type: none"> • choix entre différents types de centrales (éolien, énergie solaire, cellules solaires, technologie de stockage)
Rayonnements, oscillations, ondes et particules	
<ul style="list-style-type: none"> • décrivent la production d'ondes grâce à l'application d'une force et du point de vue énergétique de l'oscillateur 	<ul style="list-style-type: none"> • p. ex. : pendule élastique (ressort) et pendule simple • paramètres d'oscillations
<ul style="list-style-type: none"> • discutent du rôle des phénomènes de résonance dans la nature et dans la technologie 	<ul style="list-style-type: none"> • oscillations forcées, résonance de deux oscillateurs, résonance acoustique
<ul style="list-style-type: none"> • décrivent la propagation des ondes comme système d'oscillations couplées 	<ul style="list-style-type: none"> • machine à ondes, ondes se propageant à la surface de l'eau, pendules couplés
<ul style="list-style-type: none"> • explicitent le principe de superposition des ondes • décrivent des ondes stationnaires dans différents exemples d'application 	<ul style="list-style-type: none"> • superposition d'ondes, ondes stationnaires
<ul style="list-style-type: none"> • distinguent de manière appropriée les ondes électromagnétiques des ondes matérielles et nomment leurs points communs 	<ul style="list-style-type: none"> • la lumière, le spectre, les ondes se propageant à la surface de l'eau, les ondes sonores
<ul style="list-style-type: none"> • créent des liens entre onde électromagnétique et énergie 	<ul style="list-style-type: none"> • spectre, longueur d'onde, fréquence, énergie
<ul style="list-style-type: none"> • décrivent les propriétés des ondes • discutent des limites du modèle ondulatoire et du modèle corpusculaire 	<ul style="list-style-type: none"> • réflexion, réfraction, diffraction, polarisation, interférences, dispersion, diffraction (expérience de Young), effet photoélectrique

	<ul style="list-style-type: none"> • pouvoir résolvant d'appareils optiques • propriétés des photons
<ul style="list-style-type: none"> • attribuent leur énergie aux gammes de longueurs d'ondes des ondes électromagnétiques 	<ul style="list-style-type: none"> • spectre
<ul style="list-style-type: none"> • discutent de l'interaction entre la matière et les ondes électromagnétiques 	<ul style="list-style-type: none"> • p. ex. : diode, bronzage, micro-onde, effet photoélectrique
<ul style="list-style-type: none"> • discutent d'exemples d'application technologique des phénomènes ondulatoires 	<ul style="list-style-type: none"> • p. ex. : GPS, radar, gsm, laser, réseau sans fil, méthodes d'examens médicaux, four à micro-ondes, CD, affichage à cristaux liquides (LCD-Display)
Structure et propriétés de la matière	
Radioactivité et énergie nucléaire	
<ul style="list-style-type: none"> • justifient à l'aide d'arguments les avantages et les inconvénients de l'énergie nucléaire 	<ul style="list-style-type: none"> • centrale nucléaire, bombe atomique, traitement et gestion des déchets radioactifs
<ul style="list-style-type: none"> • justifient à l'aide d'arguments l'utilité et le caractère indispensable de la radioactivité malgré les risques adjacents 	<ul style="list-style-type: none"> • isotopes, chaîne de désintégration, temps de demi-vie, rayonnement corpusculaire et rayonnement gamma et leurs propriétés, activité d'une substance radioactive (dose équivalente-Sievert), déviation magnétique, rayon d'action moyen
<ul style="list-style-type: none"> • interprètent la radioactivité comme un phénomène naturel 	<ul style="list-style-type: none"> • rayonnement cosmique et sources de radioactivité naturelle
<ul style="list-style-type: none"> • décrivent les particularités des forces nucléaires et les comparent avec la force électromagnétique et la force de gravité 	<ul style="list-style-type: none"> • interaction forte ou énergie nucléaire (liaison entre nucléons), interaction électrique (noyau-couches électroniques, ions)
<ul style="list-style-type: none"> • interprètent l'équivalence masse-énergie 	<ul style="list-style-type: none"> • $E=mc^2$

3^e degré de l'enseignement secondaire : Physique : cours renforcé	
Compétences attendues	Contenus/Contextes
Les élèves...	
Forces, équilibres, mouvements et champs	
<ul style="list-style-type: none"> décrivent le mouvement de corps célestes sous différents angles 	<ul style="list-style-type: none"> mouvements apparent et effectif du soleil, de la lune et des planètes
<ul style="list-style-type: none"> décrivent le poids qualitativement et quantitativement comme force de pesanteur, d'origine gravitationnelle 	<ul style="list-style-type: none"> la force de pesanteur comme force d'attraction entre deux masses (loi de la gravitation universelle de Newton, accélération centripète)
<ul style="list-style-type: none"> interprètent l'accomplissement d'orbites planétaires comme l'interaction entre le principe d'inertie et la gravitation interprètent les orbites planétaires et calculent différents paramètres orbitaux en utilisant les lois de Kepler modélisent et simulent des séries de mouvements avec des systèmes de modélisation dynamique décrivent le mouvement circulaire par l'accélération centripète 	<ul style="list-style-type: none"> force gravitationnelle en tant que force centripète p. ex. : lois de Kepler lois de Kepler, technique satellitaire et astronautique
<ul style="list-style-type: none"> éprouvent les limites du modèle du mouvement rectiligne uniformément accéléré 	<ul style="list-style-type: none"> champ de force conservative, accélération et travail dans le champ de force conservative et de force dissipative
<ul style="list-style-type: none"> utilisent des outils multimédias comme source d'informations sur le thème de l'univers 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : astronomie, technique satellitaire et astronautique
<ul style="list-style-type: none"> se procurent un aperçu des applications techniques 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : fusées, satellites et leurs orbites, station spatiale internationale
<ul style="list-style-type: none"> réalisent des expériences sur la répulsion et l'attraction électriques comparent la loi de gravitation et la loi de Coulomb calculent les forces d'attraction et de répulsion entre charges ponctuelles 	<ul style="list-style-type: none"> force électrique, loi de Coulomb, accélération d'une charge champ électrique autour d'une charge ponctuelle attraction/répulsion entre particules chargées comparaison entre la force gravitationnelle et la force électrique
<ul style="list-style-type: none"> comparent champ gravitationnel, champ magnétique et champ électrique 	<ul style="list-style-type: none"> champ vectoriel, lignes de champ écoulement grâce à la différence de potentiel
<ul style="list-style-type: none"> identifient des situations de danger et formulent des mesures de protection 	<ul style="list-style-type: none"> chargement et déchargement, cage de Faraday, dangers dus à une charge électrostatique
<ul style="list-style-type: none"> classifient et comparent des forces en fonction de différents critères 	<ul style="list-style-type: none"> force gravitationnelle, force électrique, force magnétique, force nucléaire

Énergie et thermodynamique	
<ul style="list-style-type: none"> modélisent des circuits électriques et calculent leurs paramètres 	<ul style="list-style-type: none"> représentation d'un circuit, montage en série et en parallèle, charge électrique (C), intensité de courant (A), tension (V), résistance (Ω), puissance (Watt), énergie électrique (travail, J), prise de terre $I = \frac{q}{t}$; $U = RI$; $R = \frac{\rho \cdot l}{S}$; $P = UI$, $P = \frac{W}{t}$
<ul style="list-style-type: none"> créent des liens entre champ électrique, champ magnétique et énergie 	<ul style="list-style-type: none"> champ électrique, champ magnétique, potentiel, tension, énergie, énergie d'une onde électromagnétique
<ul style="list-style-type: none"> décrivent des acquisitions techniques 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : cellules photoélectriques, dispositif photoélectrique
<ul style="list-style-type: none"> comparent la fonction et l'avantage de différents composants de circuits électroniques 	<ul style="list-style-type: none"> résistances, condensateurs, bobines supraconducteur montage en parallèle et en série de résistances et de condensateurs
<ul style="list-style-type: none"> modélisent la magnétisation produite par des courants circulaires atomiques 	<ul style="list-style-type: none"> modèle d'Ampère
<ul style="list-style-type: none"> interprètent des expériences de l'action de force mécanique sur un conducteur traversé par un courant et déterminent le sens et la grandeur de la force expliquent des expériences d'induction 	<ul style="list-style-type: none"> description vectorielle de la force de Lorentz
<ul style="list-style-type: none"> discutent des systèmes engendrant des champs magnétiques ainsi que des applications techniques de ces champs 	<ul style="list-style-type: none"> bobine, électroaimant, moteur et générateur accélérateur de particules, dynamo
<ul style="list-style-type: none"> discutent, à partir d'exemples pratiques, de la production de courant alternatif et de courant continu 	<ul style="list-style-type: none"> loi de l'induction électromagnétique, auto-induction, transformateur, loi de Lenz p. ex. : éolienne, turbines, pile
<ul style="list-style-type: none"> interprètent le courant alternatif comme modulation sinusoïdale de la tension 	<ul style="list-style-type: none"> caractéristiques du courant alternatif courant triphasé, réseau électrique
<ul style="list-style-type: none"> expliquent l'avantage et le mode de fonctionnement de redresseurs de courant 	<ul style="list-style-type: none"> redressement du courant alternatif par pont de diodes
<ul style="list-style-type: none"> comparent des grandeurs et leurs dimensions en mécanique et en électricité 	<ul style="list-style-type: none"> force mécanique-électrique, intensité de courant-débit, différence de niveau-tension
<ul style="list-style-type: none"> distinguent des phénomènes spontanés de phénomènes non spontanés et justifient sur la base de la transformation d'énergie 	<ul style="list-style-type: none"> changements d'état réversible et irréversible dégradation de l'énergie rendement des machines thermiques

<ul style="list-style-type: none"> • justifient à l'aide des principes de la thermodynamique la possibilité d'un changement d'état • calculent des paramètres à l'aide de l'équation des gaz parfaits 	<ul style="list-style-type: none"> • premier et deuxième principes de la thermodynamique, changements d'état adiabatiques ou isothermes
<ul style="list-style-type: none"> • interprètent des points sur un diagramme de phases et en particulier le point triple et les lignes de limite de phase 	<ul style="list-style-type: none"> • diagramme de phases
<ul style="list-style-type: none"> • décrivent l'avantage du principe de changement de phase pour des utilisations pratiques 	<ul style="list-style-type: none"> • p. ex. : machines frigorifiques et pompes à chaleur
<ul style="list-style-type: none"> • décrivent des phénomènes thermodynamiques sous différents angles systémiques 	<ul style="list-style-type: none"> • concept global : perspectives systémiques : bilan énergétique au niveau terrestre, effet de serre/conservation de l'énergie/transformation d'énergie, variables d'état et variables de transfert, processus réversible et irréversible
<ul style="list-style-type: none"> • comparent des procédés de production de courant électrique 	<ul style="list-style-type: none"> • choix entre différents types de centrales (éolien, énergie solaire, cellules solaires, technologie de stockage) • comparaison des différentes technologies du point de vue fonction technique et aspects écologiques et économiques
Rayonnements, oscillations, ondes et particules	
<ul style="list-style-type: none"> • décrivent la production d'ondes grâce à l'application d'une force et du point de vue énergétique de l'oscillateur 	<ul style="list-style-type: none"> • pendule élastique (ressort) et pendule simple • paramètres d'oscillation
<ul style="list-style-type: none"> • interprètent des formules du mouvement accéléré et de la vitesse ou de l'accélération d'un oscillateur en tenant compte des formules de dérivée et du calcul intégral 	<ul style="list-style-type: none"> • accélération comme dérivée de la vitesse, qui est la dérivée de la distance
<ul style="list-style-type: none"> • discutent du rôle des phénomènes de résonance dans la nature et dans la technologie et exécutent des expériences sur la résonance • calculent des valeurs dans des systèmes vibrants 	<ul style="list-style-type: none"> • oscillations forcées, résonance de deux oscillateurs, résonance acoustique, résonance dans des systèmes vibrants
<ul style="list-style-type: none"> • décrivent la propagation des ondes comme système d'oscillations couplées 	<ul style="list-style-type: none"> • ondes longitudinale et transversale • machine à ondes, ondes se propageant à la surface de l'eau, pendules couplés
<ul style="list-style-type: none"> • explicitent le principe de superposition des ondes • décrivent des ondes stationnaires sur la base de différents exemples d'application 	<ul style="list-style-type: none"> • principe d' Huygens, superposition d'ondes, ondes stationnaires
<ul style="list-style-type: none"> • créent des liens entre accélération de charges et formation d'ondes électromagnétiques 	<ul style="list-style-type: none"> • circuit LC, ondes électromagnétiques, lumière • lignes de champ d'un dipôle

<ul style="list-style-type: none"> distinguent de manière appropriée les ondes électromagnétiques des ondes matérielles et nomment leurs points communs 	<ul style="list-style-type: none"> lumière, spectre, lumière monochromatique, ondes se propageant à la surface de l'eau, ondes sonores
<ul style="list-style-type: none"> créent des liens entre onde électromagnétique et énergie et calculent des grandeurs pertinentes 	<ul style="list-style-type: none"> spectre, longueur d'onde, fréquence, énergie, constante de Planck
<ul style="list-style-type: none"> décrivent les propriétés des ondes discutent des limites du modèle ondulatoire et du modèle corpusculaire 	<ul style="list-style-type: none"> réflexion, réfraction, diffraction, polarisation, interférences, dispersion, diffraction (expérience de Young) et leurs applications dualité particule-onde pouvoir résolvant d'appareils optiques propriétés des photons
<ul style="list-style-type: none"> attribuent leur énergie aux gammes de longueurs d'ondes des ondes électromagnétiques 	<ul style="list-style-type: none"> spectre
<ul style="list-style-type: none"> interprètent la différence de perception lors de mouvement de l'émetteur ou du récepteur à l'aide d'exemples pratiques 	<ul style="list-style-type: none"> effet Doppler en acoustique le mur du son
<ul style="list-style-type: none"> confrontent la théorie ondulatoire à la théorie des particules pour les ondes électromagnétiques et les particules de la matière 	<ul style="list-style-type: none"> propriétés d'une onde propriétés du photon et de l'électron, longueur d'onde de De Broglie
<ul style="list-style-type: none"> justifient l'interaction matière-lumière à l'aide de la théorie des particules et appliquent leurs connaissances à des exemples 	<ul style="list-style-type: none"> effet photoélectrique, effet Compton p. ex. : diodes, bronzage, micro-ondes, rayons X
<ul style="list-style-type: none"> interprètent des spectres de raies simples 	<ul style="list-style-type: none"> spectre d'émission et d'absorption
<ul style="list-style-type: none"> discutent d'exemples d'application technologique des phénomènes ondulatoires 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : GPS, radar, gsm, laser, réseau sans fil, méthodes d'examens médicaux, four à micro-ondes, CD, affichage à cristaux liquides (LCD-Display), techniques de communication audiovisuelles
Structure de la matière	
Radioactivité et énergie nucléaire	
<ul style="list-style-type: none"> justifient à l'aide d'arguments les avantages et les inconvénients de l'énergie nucléaire 	<ul style="list-style-type: none"> centrale nucléaire, bombe atomique, traitement et gestion des déchets radioactifs production d'énergie par la fission et la fusion nucléaire

<ul style="list-style-type: none"> justifient à l'aide d'arguments l'utilité et le caractère indispensable de la radioactivité malgré les risques adjacents calculent à l'aide de la loi de désintégration radioactive des grandeurs pertinentes 	<ul style="list-style-type: none"> isotopes, chaîne de désintégration, temps de demi-vie, rayonnement corpusculaire et rayonnement γ et leurs propriétés, activité d'une substance radioactive (dose équivalente-Sievert), déviation magnétique, rayon d'action moyen, mode de fonctionnement d'un compteur Geiger
<ul style="list-style-type: none"> interprètent la radioactivité comme phénomène naturel 	<ul style="list-style-type: none"> rayonnement cosmique et sources de radioactivité naturelles
<ul style="list-style-type: none"> justifient mathématiquement la libération d'énergie au cours d'une fission et/ou fusion par le défaut de masse 	<ul style="list-style-type: none"> défaut de masse électron-Volt
<ul style="list-style-type: none"> décrivent les particularités des forces nucléaires et les comparent avec la force électromagnétique et la force de gravité 	<ul style="list-style-type: none"> interaction forte ou énergie nucléaire (liaison entre nucléons), interaction électrique (noyau-couches électroniques, ions)
<ul style="list-style-type: none"> interprètent l'équivalence masse-énergie 	<ul style="list-style-type: none"> $E=mc^2$
Théorie de la relativité et physique quantique	
<ul style="list-style-type: none"> discutent des transformations de Lorentz et les appliquent à des exemples simples 	<ul style="list-style-type: none"> transformations de Lorentz, contraction de Lorentz et dilatation du temps, relativité de masse, équivalence de la masse et de l'énergie
<ul style="list-style-type: none"> décrivent le rôle de l'effet photoélectrique pour justifier la théorie quantique 	<ul style="list-style-type: none"> effet photoélectrique dualité onde-particule
<ul style="list-style-type: none"> discutent des systèmes de mécanique quantique 	<ul style="list-style-type: none"> effet tunnel, survenue, applications principe d'incertitude d'Heisenberg réalisations techniques
<ul style="list-style-type: none"> comparent la conception quantique et une description classique d'un système 	<ul style="list-style-type: none"> vision probabiliste
<ul style="list-style-type: none"> communiquent des résultats actuels de recherche de manière ciblée 	<ul style="list-style-type: none"> p. ex. : accélérateur de particules, semi-conducteur, technique laser, supraconduction, recherche sur les quarks, dilatation de l'univers
<ul style="list-style-type: none"> créent des liens entre la cohésion d'ions/d'atomes/de noyaux atomiques et l'interaction de plusieurs forces 	<ul style="list-style-type: none"> interaction forte ou force nucléaire (liaison entre nucléons), interaction électrique (noyau-électrons, ions)

Annexe : Liste des opérateurs

Opérateur	Explication	Domaine d'exigence
(dé)nommer	Voir « préciser ».	I
Analyser	Décomposer et analyser un tout, isoler ses parties et les observer dans leurs interactions.	II
Appliquer	Transférer un fait ou une méthode connue à quelque chose de nouveau.	II
Argumenter	Justifier des décisions en énumérant des arguments.	II
Calculer	Déterminer une grandeur biologique, chimique ou physique à l'aide d'une équation de grandeurs.	II
Caractériser	Voir « identifier ».	II
Choisir	Se décider de manière appropriée entre deux ou plusieurs possibilités.	III
Classer/attribuer	Mettre en rapport donné des faits justifiés ou les classer dans un tableau.	II
Classifier	Mettre en rapport global des parties isolées, centrées sur l'aspect et les critères.	II
Collecter des informations	Rechercher intensivement des informations, en particulier pour un message, une recherche, une enquête.	II
Commenter	Décrire des rapports et expliquer diverses interprétations de différentes manières, mettre une chose en valeur en pesant le pour et le contre.	II
Communiquer/ informer	Voir « préciser ».	I
Comparer	Considérer des choses les unes par rapport aux autres de manière vérificative afin de découvrir des points communs, des similitudes et des différences.	II
Conclure quelque chose de...	Déduire une conséquence logique de quelque chose.	III
Concrétiser	Reproduire des caractéristiques, des propriétés, des processus dans les détails.	I
Confirmer	Vérifier la validité d'un énoncé, par exemple une hypothèse, une représentation de modèle ou une loi naturelle.	III
Confronter	Comparer deux choses et constater leurs points communs ainsi que leurs différences.	II
Connecter/créer des relations/établir des liens	Mettre en rapport des informations justifiées, fondées sur la connaissance propre et sur les compréhensions propres (par exemple une théorie, un modèle, une loi, une règle, un rapport de fonctions).	II
Consigner par écrit	Restituer des observations ou la réalisation d'expériences dans les moindres détails, graphiquement, de manière impeccable et techniquement correcte.	I
Construire	Ordonner et combiner des objets et des outils avec un but précis.	I
Créer	Confectionner un produit, un objet, synthétiser une matière.	II
Créer (des rapports)	Mettre en rapport des informations fondées sur sa propre connaissance et ses propres compréhensions (par exemple une théorie, un modèle, une loi, une règle, un rapport d'opérations).	II
Créer des rapports/des	Voir « faire des suppositions ».	II

relations		
Débattre	Voir « discuter ».	III
Décrire	Restituer des propriétés, des caractéristiques et des processus de manière structurée et techniquement correcte.	I
Déduire	Tirer des conclusions appropriées sur la base de propriétés essentielles ou de lois connues afin d'obtenir un nouvel énoncé.	II
Définir	Voir « calculer ».	II
Dégager	Dégager une grandeur physique hors d'équations de grandeurs grâce à des opérations mathématiques.	I
Démontrer	Présenter et mettre clairement en exergue des contenus de texte et/ou des formes de textes pertinents, en partie descriptifs, en partie analytiques.	I
Dénommer/ nommer	Soit déduire des informations sur la base du matériel donné, soit énumérer des connaissances sans matériel fourni.	I
Dessiner	Produire une représentation graphique la plus exacte possible sur la base de structures observées ou données.	I
Déterminer	Établir un rapport ou trouver une solution et formuler le résultat.	II
Discuter	Mettre en avant le pour et le contre concernant des actions/décisions complexes, les considérer, les envisager et les soupeser en prenant différentes perspectives.	III
Distinguer/ Différencier	Classifier des choses qui ne sont pas égales au niveau de certaines caractéristiques en plusieurs groupes.	II
Documenter	Présenter toutes les explications, dérivations et brouillons nécessaires.	II
Ébaucher	Présenter clairement des faits, des structures ou des résultats réduits à l'essentiel.	II
Élaborer	Présenter graphiquement des faits de contenus et de méthodes adaptés et les étiqueter à l'aide de concepts techniques (par exemple un diagramme fonctionnel, un diagramme, une carte heuristique, structure des effets).	II
Équilibrer	Consulter les coefficients à propos de la balance de la matière.	II
Estimer	Préciser des grandeurs scientifiques à travers la réflexion justifiée sur des ordres de grandeurs.	II
Étudier	Découvrir certaines caractéristiques, certains rapports.	II
Évaluer	Mesurer un objet à l'aide de catégories de valeurs ou de critères de jugement connus.	II
Expliciter/Élucider	Décrire et présenter clairement un fait scientifique avec intégration d'informations supplémentaires (exemples, faits) ou encore citer les conditions, les causes et les lois de faits scientifiques. Exemplifier et concrétiser de manière intelligible un fait à l'aide d'informations supplémentaires.	II
Expliquer	Exprimer un fait de manière compréhensible et intelligible.	I
Exploiter	Mettre des données, des résultats uniques ou des éléments divers en relation et éventuellement les réunir en une conclusion sous forme de synthèse.	III
Faire des	Voir « formuler des hypothèses ».	II

suppositions/faire des prévisions		
Formuler	Exprimer un résultat, un point de vue, une impression, etc., de manière concise, précise, percutante – la plupart du temps avec ses propres mots.	I
Formuler des hypothèses/établir des formules	Formuler des suppositions sur la base d'observations, de recherches, d'expériences ou d'énoncés.	II
Généraliser	Formuler un énoncé élargi extrait d'un fait commun.	III
Identifier	Nommer l'essentiel et le typique.	II
Interpréter	Mettre des faits dans un rapport explicatif.	II
Juger	Formuler et fonder un jugement indépendant en utilisant une connaissance technique et/ou des méthodes techniques. Estimer la pertinence ou plutôt l'applicabilité d'énoncés scientifiques à un fait ou à l'efficacité d'une action.	III
Justifier	Légitimer des décisions grâce à l'énumération d'arguments.	II
Modéliser	Confectionner un modèle extrait d'un fait de la réalité.	III
Ordonner	Catégoriser et hiérarchiser des objets ou des faits.	II
Planifier (des expériences)	Établir un classement ou une instruction d'expérience par rapport à un problème donné, planifier une procédure.	III
Préciser	Énumérer des faits ou des concepts sans les expliquer.	I
Prélever (des informations)	Déduire des informations sur la base du matériel donné.	I
Prendre position	À la suite d'une révision critique et d'une comparaison approfondie, transmettre un jugement fondé par rapport à un objet, qui, en soi, n'est pas univoque.	III
Présenter	Restituer des caractéristiques, des propriétés, des processus structurés en des formes de communication convenables.	I
Présenter	Présenter des faits de manière structurée et adaptée aux destinataires.	I-III
Prouver	Vérifier et/ou falsifier la validité d'un énoncé, par exemple une hypothèse ou une représentation de modèle.	III
Ranger	Mettre en rapport donné des faits justifiés ou les classer dans un tableau.	I
Réaliser des expériences/exécuter	Exécuter des recherches, des expériences, des explorations, des enquêtes sur la base d'instructions précises. Réaliser une description d'expérience donnée ou non, effectuer des mesures le cas échéant.	I
Rechercher	Voir « collecter des informations ».	II
Rejeter	Voir « confirmer ».	III
Résumer	Faire ressortir l'essentiel de manière concentrée.	II
Simuler	Imiter en étant fidèle à la réalité.	II
Soupeser	Formuler et fonder un jugement indépendant à propos d'un fait en utilisant des connaissances et des méthodes spécialisées.	II
Structurer	Voir « ordonner ».	II
Témoigner	Voir « préciser ».	I
Tirer des conclusions	Voir « déduire ».	II

Traduire	Transposer du langage familier au langage technique et inversement.	II
Transférer	Lier un fait ou une méthode connue à une nouvelle problématique, utiliser quelque chose dans un autre domaine.	III
Transposer	Voir « transférer ».	III
Utiliser	Employer quelque chose de manière raisonnable pour un but précis.	II
Valoriser	Juger en considérant les idéaux individuels.	III
Vérifier (contrôler, tester)	Mesurer des faits ou des énoncés de faits ou de logique interne et découvrir des contradictions éventuelles.	III