



Schola Europaea / Bureau du Secrétaire général

Unité Développement pédagogique

Réf. : 2019-01-D-50-fr-2

Orig. : EN



Programme de physique – S4-S5

Approuvé par le Comité pédagogique mixte lors de sa réunion des 7 et 8 février 2019 à Bruxelles

Entrée en vigueur le 1^{er} septembre 2019 pour la S4
le 1^{er} septembre 2020 pour la S5

Programme de physique des Ecoles EU pour la S4 et la S5

Table des matières

1.	Objectifs généraux	3
2.	Principes didactiques	4
3.	Objectifs d'apprentissage	5
3.1	Compétences	5
3.2	Concepts transversaux.....	6
4.	Contenu	7
4.1	Chapitres.....	7
4.2	Tableaux	9
•	Année scolaire S4	9
•	Année scolaire S5	17
5.	Evaluation	25
5.1	Descripteurs de niveaux atteints.....	27
	Annexe	30

1. Objectifs généraux

Les Ecoles Européennes poursuivent une double mission : assurer une formation de base grâce à l'enseignement d'un certain nombre de matières et encourager le développement personnel des élèves dans un contexte culturel et social élargi. La formation de base implique l'acquisition de compétences (savoirs, savoir-faire et savoir-être) dans une série de disciplines. Le développement personnel se réalise dans différents contextes spirituels, moraux, sociaux et culturels. Elle implique une prise de conscience des comportements appropriés, une compréhension de leur cadre de vie et la construction de leur identité personnelle.

Le cheminement vers ces deux objectifs se réalise dans le contexte d'une prise de conscience accrue de la richesse de la culture européenne. La prise de conscience et l'expérience d'une vie européenne partagée devraient guider les élèves à un plus grand respect des traditions de chaque pays et région d'Europe tout en développant et en préservant leur identité nationale propre.

Les élèves des Ecoles Européennes sont de futurs citoyens d'Europe et du monde. Comme tels, ils auront besoin d'un éventail de compétences clés s'ils veulent relever les défis d'un monde qui évolue rapidement. En 2006, le Conseil de l'Europe et le Parlement européen ont approuvé le Cadre européen des compétences clés pour l'éducation et la formation continue (« European Framework for Key Competences for Lifelong Learning »). Il identifie huit compétences clés dont tous les individus ont besoin pour leur épanouissement et leur développement personnel, pour une citoyenneté active, l'intégration sociale et la vie active :

1. Les compétences en lecture et en écriture ;
2. Les compétences en langues ;
3. La compétence mathématique et les compétences en sciences, technologie et ingénierie ;
4. La compétence numérique ;
5. Les compétences personnelles, sociales, et la compétence « apprendre à apprendre » ;
6. Les compétences citoyennes ;
7. Les compétences entrepreneuriales ;
8. Les compétences relatives à la sensibilisation culturelle et les compétences interpersonnelles.

Les programmes des Ecoles Européennes visent à développer chez les élèves toutes ces compétences clés.

2. Principes didactiques

Les principes didactiques des Ecoles Européennes sont formulés dans les normes pédagogiques des Ecoles Européennes (réf. 2012-09-D-11-fr-4). Pour l'enseignement, les normes pédagogiques stipulent que l'enseignant :

- Utilise ses compétences pédagogiques et sa créativité pour inspirer et motiver les élèves ;
- Dispense des leçons correctement structurées ;
- Fait un usage efficace du temps d'enseignement ;
- Emploie diverses méthodes pédagogiques et d'apprentissage, y compris technologiques, adaptées au contenu ;
- Motive les élèves à s'impliquer activement dans leur propre apprentissage ;
- Démonstre une bonne connaissance des matières et des programmes d'études, notamment dans leurs dimensions nationales et européennes.

Les huit compétences pour la physique sont la connaissance, la compréhension, l'application, l'analyse, l'expérimentation, les compétences numériques et d'information, la communication et le travail en équipe.

Pour enseigner les compétences en physique conformément aux normes pédagogiques des Ecoles Européennes, une approche de l'enseignement et de l'apprentissage fondée sur la recherche est fortement recommandée en S4 et S5. Les objectifs d'apprentissage concernant le travail expérimental, les capacités numérique et d'information, la communication et le travail de groupe, ne peuvent être atteints sans un recours intensif au travail pratique.

3. Objectifs d'apprentissage

Apprendre ne consiste pas seulement à acquérir de nouvelles connaissances sur le contenu. Avec l'apprentissage à l'école, le contenu est utilisé pour donner aux élèves les compétences nécessaires pour se préparer à la société et au monde du travail. Les objectifs d'apprentissage pour les performances des élèves trouvent leur source dans : le Cadre européen portant sur les compétences clés pour l'éducation et la formation continue, (« European Framework for Key Competences for Lifelong Learning ») décrit au point 1, les compétences scolaires décrites au point 3.1 et les concepts transversaux (connexions interdisciplinaires), décrits au point 3.2. Nous espérons ainsi préparer les élèves à apprendre tout au long de leur vie.

3.1 Compétences

	Compétence	Concepts clés
1.	Connaissances	L'élève fait preuve d'une connaissance approfondie des faits
2.	Compréhension	L'élève fait preuve d'une maîtrise et d'une utilisation approfondies des concepts et des principes scientifiques
3.	Application	L'élève établit des liens entre les différentes parties du programme et applique les concepts à une grande variété de situations inconnues, et il fait des prédictions appropriées
4.	Analyse	L'élève est capable d'analyser et d'expliquer de façon détaillée et critique des données complexes
5.	Expérimentation	L'élève est à même de formuler des hypothèses et de planifier et mener des recherches en recourant à des techniques très diverses, et a conscience des questions d'éthique
6.	Compétences numériques et de gestion d'informations	L'élève peut, de manière régulière et autonome, trouver des informations concernant des sujets scientifiques, en ligne et hors ligne, en évaluer la fiabilité, et utiliser de façon autonome un logiciel approprié pour accomplir des tâches scientifiques
7.	Communication (orale et écrite)	L'élève est à même de communiquer de façon logique et concise en utilisant un vocabulaire scientifique correct et fait preuve d'excellentes aptitudes de présentation
8.	Travail d'équipe	L'élève travaille bien en groupe

3.2 Concepts transversaux

La liste des compétences transversales inscrit les objectifs d'apprentissage dans un contexte plus vaste qui peut servir de base à un projet pluridisciplinaire. La liste provisoire à enseigner est fondée sur la nouvelle génération de standards scientifiques américains (National Research Council/Conseil National de la Recherche, 2013) :

1.	Séquences régulières	Les séquences régulières de formes et d'événements observées guident l'organisation et la classification, et elles soulèvent des questions sur leurs relations et les facteurs qui les influencent
2.	Causes et effets	Les événements ont des causes, tantôt simples, tantôt multiples. Le décryptage des relations causales et des mécanismes de leur enchaînement est une activité majeure de la science et de l'ingénierie
3.	Echelle, proportion et quantité	Lors de l'étude des phénomènes, il est essentiel de comprendre ce qui est pertinent à différentes échelles de taille, de temps et d'énergie, et de comprendre les relations proportionnelles entre différentes quantités au fur et à mesure que les échelles changent
4.	Systèmes et modèles de systèmes	La définition du système étudié, qui consiste à préciser ses limites et rendre explicite un modèle de ce système, fournit des outils pour comprendre le monde. Souvent, les systèmes peuvent être divisés en sous-systèmes et combinés en systèmes plus vastes, en fonction de la question à laquelle on s'intéresse
5.	Energie et matière	Le suivi des flux d'énergie et de matière à l'entrée, à la sortie et à l'intérieur des systèmes, aide à comprendre le comportement de ces derniers
6.	Structure et fonction	La façon dont un objet est construit ou structuré détermine bon nombre de ses propriétés et fonctions
7.	Stabilité et changement	Pour les systèmes, qu'ils soient construits ou naturels, les conditions qui influent leur stabilité ainsi que les facteurs qui contrôlent le taux de leur changement, sont des éléments essentiels à considérer et à comprendre

4. Contenu

4.1 Chapitres

Dans le programme S45, la matière est structurée par chapitre, de manière à ce que le contenu et les compétences soient acquis aussi bien en profondeur qu'en largeur. La matière de S1 à S3 doit être connue pour aborder S4 et ne sera que brièvement rappelée lors de l'introduction de chaque chapitre.

Les étudiants en S45 doivent décider, à la fin de S5, s'ils souhaitent continuer à étudier la physique en S67. Les statistiques montrent que, pour la plupart d'entre eux, S5 sera la dernière année de physique. L'enseignement et l'apprentissage doivent s'adresser aux deux groupes.

Par la suite, les élèves, en tant que citoyens, devraient être en mesure de discuter et de prendre des décisions sur des sujets qui sont associés à la physique. Il est donc fortement recommandé que les élèves entreprennent chaque année un projet lié à des aspects sociaux (voir les descriptions des objectifs). La quatrième colonne contient des suggestions de projets.

Il est recommandé aux professeurs de physique et de mathématiques de coordonner leur enseignement pour aider les élèves à aborder les mathématiques nécessaires aux matières scientifiques (voir la partie évaluation).

Thème	S4	S5
Electricité / Magnétisme	x	
Mécanique	x	x
Ondes	x	
Matière et Chaleur		x
Physique Atomique et Nucléaire		x

Six symboles différents sont utilisés dans ce document. Ils concernent les domaines suivants :

	Activités
	Prolongements
	Phénomènes
	Histoire
	Concepts transversaux
	Compétences numériques

Chacune de ces icônes met en évidence un domaine différent et est utilisée pour faciliter la lecture du programme. Ces domaines sont basés sur les compétences clés mentionnées dans la partie 1 du présent document.

4.2 Tableaux

- Année scolaire S4

Année S4	Chapitre : Electricité	Prérequis : dans les cours de sciences en S3, les isolants et les conducteurs ont été introduits, de même que le comportement du courant et de la tension dans les circuits. La relation entre l'énergie, la puissance et le temps, et le kWh sont enseignés en S3		
Sujet	Contenu	Objectifs pédagogiques	Concepts, phénomènes et activités clés	
Propriétés des circuits parcourus par un courant continu (DC)	L'électricité est introduite comme moyen polyvalent de transfert d'énergie	Réaliser des expériences pour étudier la variation de l'intensité du courant qui traverse les composants ohmiques et non ohmiques, en fonction de la différence de potentiel, et analyser les graphiques obtenus pour introduire la résistance		Rechercher la résistance d'un circuit simple
	Introduire le coulomb comme unité SI pour mesurer la quantité de charges électriques			Étudier, avec l'aide du cours de Chimie, la conductivité de différents matériaux en réalisant par exemple des expériences et en expliquant à l'aide de différents modèles
	Introduire l'idée de l'intensité du courant comme débit de charges par unité de temps			
	Introduire l'idée de la tension comme quantité d'énergie par coulomb			

Année S4	Chapitre : Electricité	Prérequis : dans les cours de sciences en S3, les isolants et les conducteurs ont été introduits, de même que le comportement du courant et de la tension dans les circuits. La relation entre l'énergie, la puissance et le temps, et le kWh sont enseignés en S3		
Sujet	Contenu	Objectifs pédagogiques	Concepts, phénomènes et activités clés	
Circuits	Circuits montés en série et en parallèle	Appliquer le principe de conservation du courant pour calculer (avec des formules) l'intensité des courants circulant dans les circuits		Vérifier expérimentalement les calculs effectués sur l'intensité du courant, la tension et la résistance dans des circuits
		Déterminer la façon dont la tension est divisée dans des circuits		Représenter graphiquement $U(I)$ à partir d'expériences réalisées pour quelques composants ohmiques et non ohmiques
	Résistance : $R = \frac{U}{I}$	Calculer la différence de potentiel ou l'intensité du courant ou la résistance, à partir de la relation $R = \frac{U}{I}$		Utiliser des applets pour construire des circuits à partir de schémas et, éventuellement, vérifier expérimentalement ces circuits
	Lois de l'intensité du courant, de la différence de potentiel et de la résistance équivalente (ou totale) dans les circuits : ► en série : $I_{\text{tot}} = I_1 = I_2 = \dots$; $U_{\text{tot}} = U_1 + U_2 + \dots$; $R_{\text{tot}} = R_1 + R_2 + \dots$	Calculer la résistance, l'intensité du courant et la tension dans les circuits en série et en parallèle		Mettre les élèves au défi de concevoir un circuit à l'aide de deux ou plusieurs interrupteurs placés dans des positions différentes, qui peuvent commander le circuit en alternance, comme on le trouve dans les escaliers (interrupteurs va-et-vient)
	► en parallèle : $I_{\text{tot}} = I_1 + I_2 + \dots$; $U_{\text{tot}} = U_1 = U_2 = \dots$; $\frac{1}{R_{\text{tot}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$	Construire des circuits à partir d'un schéma et mesurer l'intensité du courant en différents points et les tensions aux bornes de différents éléments du circuit	 	Circuit monté en parallèle : application aux circuits domestiques Des calculs, appliqués à des circuits combinant des montages en série et en parallèle, peuvent être effectués avec une classe motivée

Année S4	Chapitre : Electricité	Prérequis : dans les cours de sciences en S3, les isolants et les conducteurs ont été introduits, de même que le comportement du courant et de la tension dans les circuits. La relation entre l'énergie, la puissance et le temps, et le kWh sont enseignés en S3		
Sujet	Contenu	Objectifs pédagogiques	Concepts, phénomènes et activités clés	
Électricité à la maison	Puissance : $P = U I$ Énergie : $E = P t$ Unités pratiques de l'énergie Sécurité électrique à la maison Appareils électriques à la maison	Expliquer que les circuits électriques permettent le transfert d'énergie à distance et la transformation de cette énergie en chaleur, lumière, énergie mécanique et autres formes appropriées		Sécurité à la maison Trouver le boîtier des disjoncteurs et le compteur d'électricité à la maison, et découvrir - l'intensité maximale de courant qui peut être supportée par les câbles - le nombre de kWh utilisés par jour ou par semaine - identifier l'appareil domestique qui transforme le plus d'énergie en une semaine
		Exprimer la puissance comme la vitesse de transformation de l'énergie		
		Expliquer quelles mesures de sécurité sont utilisées à la maison pour l'électricité, comme l'isolation, l'interrupteur de fuite à la terre, la mise à la terre, le fusible		Cette partie peut faire appel à la biologie (ou la chimie et les mathématiques) : pour déterminer l'empreinte écologique dans un projet, l'utilisation de l'eau, du gaz naturel ou du pétrole sera également mesurée, de même que la production de déchets
		Identifier les transformations multiples d'énergie dans les appareils réels et discuter des raisons de l'évolution des technologies d'appareils électriques tels que les ampoules électriques		Construire et expliquer des circuits comprenant des capteurs et des ampoules ou des résistances
				Des capteurs tels que LDR, NTC pourraient être abordés et les élèves pourraient concevoir des circuits simples comprenant de tels capteurs

Année S4	Chapitre : Magnétisme	Prérequis : L'idée du champ magnétique est introduite en S3		
Sujet	Contenu	Objectifs pédagogiques	Concepts, phénomènes et activités clés	
Magnétisme	Champ magnétique, électroaimants	Dessiner le diagramme du champ magnétique d'un solénoïde et d'un aimant et décrire les similitudes entre eux		Exemples d'applications du magnétisme et du principe de fonctionnement des moteurs : • Sonnettes de porte et alarmes • Déviation de faisceaux d'électrons (avec les bobines de Helmholtz ou un aimant permanent) • Aurores boréales • Mécanisme de fermeture de portes coupe-feu • Moteurs et générateurs • Haut-parleurs • Détecteurs de métaux • Train à sustentation magnétique • Compteur de vitesse pour vélo
	Principe de fonctionnement des moteurs électriques (étude qualitative)	Expliquer qualitativement le fonctionnement d'un moteur électrique		Construire soi-même un modèle réduit du moteur électrique et/ou faire une bande dessinée pour expliquer simplement le fonctionnement d'un moteur électrique
	Induction électromagnétique (étude qualitative)	Expliquer qu'un champ magnétique variable dans une bobine induit un courant électrique et que le phénomène est utilisé dans les générateurs (pas de force de Lorentz ni de calculs)		Similitudes et différences entre les différents modes de production d'électricité : turbine à gaz, éolienne, barrage hydroélectrique, panneau solaire photovoltaïque ...
	Considérer les moteurs et les générateurs comme des dispositifs de transformation d'énergie			

Année S4	Chapitre : Mécanique	Prérequis : dans les cours de sciences de S1, la vitesse, l'accélération et les graphiques correspondants ont été introduits ; $s = v t$ est utilisé mais aucun calcul avec a n'a été effectué. L'idée que les forces peuvent modifier la vitesse d'un corps est introduite en S3. La gravitation est introduite en S1		
Sujet	Contenu	Objectifs pédagogiques	Concepts, phénomènes et activités clés	
Mouvements accélérés	s, v, a : Définir ces grandeurs et distinguer les termes vectoriels et scalaires	Calculer ces grandeurs pour les mouvements à vitesse constante		Mesurer le temps et la distance pour plusieurs types de déplacement afin de calculer la vitesse en m/s et km/h
	Vitesse : $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$			Réaliser des graphiques position-temps à l'aide d'un ordinateur
	Accélération : $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}; \quad s = \frac{1}{2} a t^2$	Calculer ces grandeurs pour les mouvements avec une accélération constante		Réaliser des graphiques vitesse-temps à l'aide d'un ordinateur, en incluant l'accélération en chute libre ou sur un plan incliné
	Distinguer la vitesse instantanée de la vitesse moyenne	Construire et analyser les graphiques $s(t)$ et $v(t)$ afin d'obtenir des données et effectuer des calculs en utilisant des gradients et des points clés des graphiques		Relier l'accélération en chute libre à la force de gravitation $F = m g$
Effets des forces	Les forces sont capables de : • Modifier la vitesse • Modifier la direction et le sens du mouvement • Déformer les corps	Expliquer que les forces, si elles ne sont pas équilibrées, peuvent modifier la vitesse (intensité, direction, sens)		
		Distinguer la force (invisible) de l'effet d'une force (visible)		
	La force comme vecteur : • Addition de forces de même direction • Extension du concept à la somme (résultante) de forces concourantes	Dessiner des vecteurs et effectuer les sommes vectorielles (uniquement sous forme graphique)		La transposition de la représentation dans un système de coordonnées pourrait être intéressante : elle introduit le concept de décomposition en composantes vectorielles perpendiculaires les unes aux autres.

Année S4 Chapitre : Mécanique		Prérequis : dans les cours de sciences de S1, la vitesse, l'accélération et les graphiques correspondants ont été introduits ; $s = v t$ est utilisé mais aucun calcul avec a n'a été effectué. L'idée que les forces peuvent modifier la vitesse d'un corps est introduite en S3. La gravitation est introduite en S1.		
Sujet	Contenu	Objectifs pédagogiques	Concepts, phénomènes et activités clés	
	Exemples de forces communes : - Force gravitationnelle (poids) $F_G = m g$ - Tension - Force normale - Force de frottement	Expliquer que le poids est une force qui dépend de la masse et de l'intensité du champ gravitationnel		Méthodes de mesure de g
		Utiliser le nom correct pour une force donnée, dans les descriptions écrites et orales		La loi de Hooke : Les élèves étudient comment l'extension d'un ressort vertical dépend de la masse qui y est suspendue
		Calculer les valeurs de poids, de masse et d'intensité de champ		Des calculs pourraient être explorés
		Décrire des situations qui font intervenir la force normale		Pourquoi le poids d'un objet semble-t-il changer lorsqu'il est placé dans un fluide ? (Archimède)
Forces en action	1 ^{re} loi de Newton	Calculer la résultante de forces de même direction et déterminer l'intensité de la force et de l'accélération à partir des 1 ^{re} et 2 ^e loi de Newton		Expériences avec une force constante sur un banc à coussin d'air, avec et sans frottement
	2 ^e loi de Newton pour une masse constante			
	Considérer la masse comme une mesure de la facilité ou de la difficulté avec laquelle une force donnée peut modifier le mouvement d'un objet	Expliquer comment la masse affecte l'accélération d'un corps lorsqu'une force agit sur lui		Expériences de chute libre et de résistance à l'air (tube de Newton avec une bille et une plume)
		Utiliser la deuxième loi pour calculer la valeur de la vitesse à un moment donné, pendant une accélération uniforme		Examiner comment la résistance de l'air (ou de l'eau) varie en fonction de la vitesse de l'objet qui le traverse. Analyser la vitesse finale
	3 ^e loi de Newton	Préciser que dans un système de masses en interaction, une action provoque une réaction égale et opposée, et reconnaître que ces forces agissent sur des corps différents		Concevoir un emballage avec le moins de matériau possible dans lequel vous pouvez faire tomber un œuf d'une hauteur de 10 m sans le casser

Année S4	Chapitre : Mécanique	Prérequis : en S1, les caractéristiques du son ont été introduites qualitativement. Les élèves sont familiers avec les racines carrées		
Sujet	Contenu	Objectifs pédagogiques	Concepts, phénomènes et activités clés	
Les oscillateurs en tant que source d'ondes	Caractéristiques de la source oscillante	Définir et appliquer les concepts de fréquence, période et amplitude		Des exemples tels qu'une masse attachée à un ressort ou un pendule simple peuvent être étudiés
	Amplitude, fréquence et période $f = \frac{1}{T}$			
Caractéristiques des ondes	Les ondes doivent être abordées comme de l'énergie en mouvement à partir d'une source oscillante, sans transfert de matière	Décrire les caractéristiques des ondes		Cuve à onde, haut-parleurs, diapasons... seront utiles pour illustrer les caractéristiques des ondes, notamment en amplitude et longueur d'onde pour les ondes océaniques, hauteur et volume pour les sons, et luminosité et couleurs pour la lumière
	Caractéristiques communes à toutes les ondes : longueur d'onde, fréquence, période, vitesse, amplitude : $v = \lambda f; \quad s = v t$	Effectuer des calculs avec la fréquence, la vitesse et la longueur d'onde		
	Les ondes longitudinales et transversales	Distinguer les ondes longitudinales des ondes transversales et donner des exemples		

Année S4	Chapitre : Mécanique	Prérequis : en S1, les caractéristiques du son ont été introduites qualitativement. Les élèves sont familiers avec les racines carrées		
Sujet	Contenu	Objectifs pédagogiques	Concepts, phénomènes et activités clés	
Son	Appliquer les caractéristiques décrites ci-dessus aux ondes sonores	Expliquer qualitativement comment un instrument de musique produit un son et ce qui détermine les caractéristiques du son		Les élèves conçoivent une expérience pour mesurer la vitesse du son
		Donner d'autres exemples d'ondes semblables au son comme le sonar, les ultrasons ou les ondes de choc		Explorer le spectre audible par l'oreille humaine
				Une salle avec ou sans rideaux et meubles, conception d'une salle de concert, idée de l'écho
				Les élèves étudient la fréquence d'une corde vibrante en fonction de la masse suspendue (ou de la tension F)
				Relier qualitativement l'échographie au sonar (localisation de l'écho) et aux scanners médicaux
Lumière et spectre électromagnétique	Régions du spectre électromagnétique	Identifier les différentes régions du spectre électromagnétique, les relier à la fréquence ou à la longueur d'onde		Discuter des utilisations et des applications des différentes régions du spectre électromagnétique
				Une discussion sur les lasers et l'effet photoélectrique pourrait être envisagée
				Approche historique des méthodes de mesure de la vitesse de la lumière

• Année scolaire S5

Année S5		Chapitre : Travail et Energie (Mécanique)	Prérequis : les lois de Newton ont été étudiées en S4	
Sujet	Contenu	Objectifs pédagogiques	Concepts, phénomènes et activités clés	
Travail et énergie	Travail mécanique	Utiliser le concept de travail pour calculer la variation de l'énergie		Applications à des situations telles que l'hydroélectricité
	L'énergie transformée lorsqu'un corps se déplace dans le même sens que la force ou dans le sens opposé à la force : $W = F s$ où le déplacement, s , est parallèle à la force, F			Transformations énergétiques dans des activités ou applications comme le ski, les batteries de vélos électriques et de voitures électriques, la combustion de carburant, etc.
	Énergie potentielle gravitationnelle E_p : $\Delta E_p = m g \Delta h$	Calculer les énergies cinétique et potentielle gravitationnelle. Calculer les transformations d'énergie entre elles en utilisant, entre autres, la formule du travail Calculer la durée et la distance nécessaires pour arrêter une voiture Utiliser la notion de la puissance vue en S4, avec le frottement, pour effectuer des calculs sur la puissance et la vitesse maximale		Facteurs affectant l'efficacité des transformations énergétiques
	Énergie cinétique : $E_k = \frac{1}{2} m v^2$			Contexte de la sécurité routière
	Conservation de l'énergie : $\sum E_{\text{avant}} = \sum E_{\text{après}}$			Comment réduire les pertes d'énergie occasionnées par les forces de résistance dans les voitures, les avions, les navires, etc.

Année S5	Chapitre : Matière et Chaleur	Prérequis : le modèle particulaire des solides, des liquides et des gaz est introduit en S2. La chimie, en S4, s'intéresse également au modèle particulaire et à la pensée micro-macro. En S2, le modèle particulaire permet d'expliquer les transitions entre états. S3 étudie les transitions entre différentes formes d'énergie, sans calculs. La mole et le nombre d'Avogadro sont introduits en S4-chimie. La biologie, en S4, parle du refroidissement et de la transpiration		
Sujet	Contenu	Objectifs pédagogiques	Concepts, phénomènes et activités clés	
Particules et structure de la matière	Mouvement aléatoire et forces entre les particules de matière	Décrire le comportement des molécules dans différents états de la matière		Applications pour étudier l'échange d'énergie lors d'un changement d'état : refroidissement des bombes aérosols en fonctionnement, réfrigération, pompes à chaleur
	La température comme mesure de l'énergie cinétique moyenne des particules L'échelle Kelvin Le concept du zéro absolu	Déterminer la température équivalente exprimée en Kelvin à partir de la température exprimée en degré Celsius et vice versa		
	Transitions entre états	Expliquer pourquoi un changement d'état implique un échange d'énergie		
	Énergie requise ou libérée lors d'un changement d'état			
	L'ébullition, la fusion et l'évaporation doivent être étudiées en parallèle des processus inverses	Donner une raison pour laquelle la température reste constante lorsqu'un corps pur change d'état à son point d'ébullition ou de fusion		Des exemples peuvent être tirés des phénomènes météorologiques
Chaleur et travail mécanique dans l'expansion et la compression des gaz	Expliquer qualitativement pourquoi les gaz refroidissent lorsqu'ils se dilatent et se réchauffent lorsqu'ils sont comprimés		Chauffage de l'air par compression (Démonstration : combustion du coton en comprimant rapidement l'air dans un tube transparent)	

Année S5	Chapitre : Matière et Chaleur	Prérequis : le modèle particulaire des solides, des liquides et des gaz est introduit en S2. La chimie, en S4, s'intéresse également au modèle particulaire et à la pensée micro-macro. En S2, le modèle particulaire permet d'expliquer les transitions entre états. S3 étudie les transitions entre différentes formes d'énergie, sans calculs. La mole et le nombre d'Avogadro sont introduits en S4-chimie. La biologie, en S4, parle du refroidissement et de la transpiration	
Sujet	Contenu	Objectifs pédagogiques	Concepts, phénomènes et activités clés
Énergie thermique	Variation de la température en fonction de la chaleur : $Q = m c \Delta T$	Calculer ou appliquer , dans le cadre de problèmes et d'expériences - la chaleur spécifique (ou massique), c - la chaleur latente, L - la loi de conservation de l'énergie - la notion de rendement	 Mesure de la température dans le temps en chauffant l'eau et réalisation de graphiques
	Chaleur latente d'un changement d'état : $Q = m L$		 Exploration possible des problèmes et des méthodes expérimentales portant sur les mélanges
			 Expériences visant à comparer l'efficacité de différentes méthodes de chauffage
			 Discuter de l'importance pratique de la grande chaleur spécifique (ou massique) de l'eau liquide dans, par exemple, les systèmes de chauffage central, les moteurs refroidis par l'eau, le rôle modérateur du climat maritime, les brises côtières, les courants marins caloporteurs

Année S5		Chapitre : Conservation de la Quantité de Mouvement		Prérequis : les Lois de Newton, la force comme vecteur, la vitesse et l'accélération sont étudiées en S4	
Sujet	Contenu	Objectifs pédagogiques	Concepts, phénomènes et activités clés		
Quantité de mouvement	Quantité de mouvement : $p = m v$	Décrire la quantité de mouvement d'un corps massif comme grandeur physique fondamentale du mouvement et calculer la quantité de mouvement de différents corps massifs		Comparer la quantité de mouvement de différents objets : une masse faible se déplaçant rapidement (p. ex. balle de fusil) et une masse importante se déplaçant lentement (p. ex. boule de bowling)	
Application de la 3 ^e loi de Newton aux collisions et à la propulsion	Conservation de la quantité de mouvement	Identifier les objets à l'intérieur d'un système fermé auxquels s'applique le principe de conservation de la quantité de mouvement		Analyser des mécanismes de propulsion tels que les moteurs à réaction lorsque la masse varie, ou la force à l'extrémité d'un canon à eau ou d'un tuyau d'arrosage	
		Décrire des interactions entre objets où les deux concepts (énergie et quantité de mouvement) sont nécessaires pour prédire les résultats		Des expériences pourraient être explorées, avec une simple fusée ou des chariots reliés par un ressort	
				Les applications suivantes pourraient faire l'objet de recherche : a) moteurs ioniques ou voiles solaires b) lanceurs de projectiles tels que canons ou fusils	
				Distinguer les collisions élastiques (p. ex. boules de billard) des collisions inélastiques (énergie cinétique convertie en travail de déformation dans p. ex. un accident de voiture)	
				Des calculs exploitant la conservation de la quantité de mouvement dans ces phénomènes peuvent être effectués	

Année S5		Chapitre : Physique Atomique et Nucléaire		Prérequis : la construction d'un atome, le système périodique et les isotopes ont été vus en S4-chimie. S5-chimie présente le modèle orbital, le principe d'exclusion de Pauli, et les structures et processus nucléaires	
Sujet	Contenu	Objectifs pédagogiques		Concepts, phénomènes et activités clés	
Particules et forces fondamentales	Électrons, neutrons, protons	Décrire la charge, la masse et les dimensions de ces particules, et comment elles contribuent à la structure de l'atome			Une discussion plus approfondie pourrait être engagée avec des élèves motivés et le CERN, "Particle Adventure" et d'autres sites Web utilisés pour explorer les accélérateurs de particules construits pour sonder la matière, les quarks, la structure des particules nucléaires, le Modèle Standard, le modèle d'échange des forces et le boson de Higgs
	Forces fondamentales responsables des interactions entre les particules	Préciser qu'il n'y a qu'un nombre limité de forces fondamentales			
		Décrire qualitativement leur rôle dans la structure d'un atome			
			Appliquer la notation A_ZX pour décrire la structure d'un noyau		
	Isotopes	Distinguer les différents isotopes d'un élément et relier la distinction aux nombres respectifs de neutrons			Les étoiles à neutrons et autres exemples exotiques de particules dans la nature pourraient faire l'objet de recherches

Année S5		Chapitre : Physique Atomique et Nucléaire		Prérequis : la construction d'un atome, le système périodique et les isotopes ont été vus en S4-chimie. S5-chimie présente le modèle orbital, le principe d'exclusion de Pauli, et les structures et processus nucléaires	
Sujet	Contenu	Objectifs pédagogiques	Concepts, phénomènes et activités clés		
Désintégrations radioactives	Activité A , demi-vie, rayonnement nucléaire Désintégrations α , β , γ	Identifier le produit de désintégration lorsqu'un atome se désintègre en émettant un rayonnement alpha ou bêta (pas de capture d'électron, ou de désintégration bêta+) Déterminer l'activité ou la quantité de la masse restante d'un radioisotope après quelques demi-vies ou vice versa. Uniquement des nombres entiers de demi-vies : pas de calculs avec des logarithmes ou des exponentielles		En collaboration avec le cours de mathématiques (règles de probabilité), concevoir des expériences avec 100 dés ou pièces de monnaie pour permettre aux élèves d'acquérir des connaissances sur la demi-vie et la probabilité	
	Équations des réactions	Construire une équation de réaction équilibrée pour une désintégration		Expérience avec la mousse de bière	
		Expliquer le rayonnement gamma comme l'énergie électromagnétique émise par le noyau			
				La découverte de la radioactivité	

Année S5	Chapitre : Physiques Atomique et Nucléaire		Prérequis : la construction d'un atome, le système périodique et les isotopes ont été vus en S4-chimie. S5-chimie présente le modèle orbital, le principe d'exclusion de Pauli, et les structures et processus nucléaires	
Sujet	Contenu	Objectifs pédagogiques	Concepts, phénomènes et activités clés	
Rayonnements ionisants	Pénétration du rayonnement, diagnostics, traitement avec des mots simples, utilisations de rayonnements ionisants	Appliquer le concept d'ionisation pour expliquer la nécessité des mesures de sécurité		Rayonnements ionisants et sécurité
		Donner les raisons de l'utilisation d'isotopes à faible demi-vie dans le diagnostic et le traitement		Les élèves pourraient faire des recherches sur des exemples d'imagerie médicale et/ou de traitement, ou d'applications industrielles qui utilisent des rayonnements ionisants. Présentation aux autres élèves
		Discuter qualitativement du risque des rayonnements en termes d'activité, d'énergie de rayonnement et de temps d'exposition		Le rayonnement de fond et les situations présentant différents niveaux de risque : - l'exposition accrue au rayonnement due au radon ou aux rayons cosmiques (pendant un vol en avion ou dans l'espace) - les périodes d'activité solaire accrue

Année S5		Chapitre : Physiques Atomique et Nucléaire		Prérequis : la construction d'un atome, le système périodique et les isotopes ont été vus en S4-chimie. S5-chimie présente le modèle orbital, le principe d'exclusion de Pauli, et les structures et processus nucléaires	
Sujet	Contenu	Objectifs pédagogiques	Concepts, phénomènes et activités clés		
Energie nucléaire issue de la fission et de la fusion	La masse en tant que forme d'énergie	Préciser que lorsque des réactions nucléaires libèrent de l'énergie, la masse totale des produits est inférieure à celle des réactifs comme le décrit $E = m c^2$		Les élèves pourraient faire des recherches sur les avantages et les inconvénients des différentes sources d'énergie en ce qui concerne les besoins, le temps consacré à la construction, les ressources, l'environnement et les risques pour la santé. Cela peut se faire en collaboration avec les disciplines telles que la chimie et la biologie dans le contexte de la transition énergétique. Cela pourrait se conclure par un débat en classe	
	Exemples de réactions de fission	Identifier la fission et la fusion à partir d'équations de réaction et construire des équations de réaction équilibrées			
	Déclenchement d'une réaction en chaîne			Fusion de l'hydrogène dans les étoiles, ITER en tant que centrale nucléaire (à fusion) possible	
	Exemples de réactions de fusion				
	Energie nucléaire		Expliquer comment une réaction de fission peut conduire à une réaction en chaîne		Avantages et inconvénients de la fusion par rapport à la fission (par exemple déchets nucléaires, température de fusion)
		Décrire comment cela mène à une explosion incontrôlée et expliquer comment elle peut être contrôlée dans un réacteur nucléaire			

5. Evaluation

Pour chaque niveau, il existe des critères de réussite qui sont énumérés dans le tableau ci-dessous et expliqués pour chaque compétence. Ils donnent une idée du niveau que les élèves doivent atteindre. Ils donnent également une idée du type d'évaluation qui peut être faite. Les élèves doivent être évalués de diverses manières tout au long de l'année, afin d'obtenir une vue d'ensemble des domaines dans lesquels ils doivent poursuivre leur travail, pour chaque élève.

L'évaluation est sommative lorsqu'elle sert à évaluer l'apprentissage des élèves à la fin du processus pédagogique ou d'une période d'apprentissage. Les objectifs sont de synthétiser les acquis des élèves et de déterminer si, et dans quelle mesure, les élèves ont pu démontrer la compréhension de cet apprentissage. L'évaluation sommative évalue l'apprentissage de l'élève au moyen de longs tests écrits en S4 ou, plus tard, en S5. L'examen de physique de S5 en fin d'année scolaire doit toujours être complètement harmonisé entre les sections linguistiques.

L'évaluation est formative lorsque des procédures formelles ou informelles sont utilisées pour recueillir des preuves de l'apprentissage au cours du processus de formation et pour adapter l'enseignement aux besoins des élèves. Ce processus permet aux enseignants et aux élèves de recueillir des informations sur les progrès des élèves et de suggérer des ajustements sur l'approche de l'instruction adoptée par l'enseignant et de l'apprentissage les élèves.

L'évaluation formative a lieu au cours de presque toutes les leçons de l'année scolaire et devrait comprendre les éléments suivants :

- Des rapports de laboratoire ;
- Des présentations ;
- Des tests portant sur le contenu de la matière ;
- Des tests portant sur les savoir-faire pratiques ;
- L'autoévaluation et l'évaluation par les pairs.

Les compétences sont exprimées dans le tableau sous la forme d'un ensemble de verbes qui donnent une idée du type d'évaluation qui peut être utilisé pour chaque objectif. Ces verbes sont utilisés et mis en gras dans le tableau des objectifs d'apprentissage, de sorte qu'il y a un lien direct entre les compétences et les objectifs d'apprentissage.

L'évaluation de la connaissance du contenu peut se faire par des questions écrites auxquelles l'élève doit répondre. Cela peut se faire en partie par des questions à choix multiples, mais les compétences comme l'élaboration d'explications et l'argumentation ainsi que les compétences clés comme la communication et la compétence mathématique nécessitent des questions ouvertes ou d'autres moyens d'évaluation.

Un devoir pour lequel les élèves doivent utiliser leurs connaissances factuelles afin de rédiger un article ou de concevoir une affiche sur un sujet (plus vaste) peut aussi servir à juger de leur capacité d'analyser les données de façon critique, d'utiliser des concepts dans des situations inhabituelles et de communiquer de façon logique et concise sur le sujet en question.

Les élèves doivent être capables de faire des recherches (expériences). Un exercice de recherche (ouverte) devrait faire partie des évaluations. L'évaluation de la conception et de la recherche peut être combinée avec d'autres sujets d'évaluation.

La compétence numérique peut être évaluée par un travail sur des feuilles de calcul, la collecte d'informations sur Internet, la mesure de données à l'aide de programmes et de matériel de mesure, la modélisation de la théorie sur ordinateur et la comparaison des résultats d'un modèle avec des données mesurées. Il convient de combiner donc cette évaluation avec d'autres évaluations lorsque cette compétence est nécessaire.

Pour toutes les évaluations, l'échelle de notation des Ecoles Européennes est utilisée, conformément aux « *Lignes directrices pour l'utilisation du système de notation des Ecoles Européennes* » (réf. 2017-05-D-29-fr-7).

5.1 Descripteurs de niveaux atteints

	A (9,0-10 – Excellent)	B (8,0-8,9 – Très bon)	C (7,0-7,9 – Bon)	D (6,0-6,9 – Satisfaisant)	E (5,0-5,9 – Suffisant)	F (3,0-4,9 – Insuffisant/Échec)	FX (0-2,9 – Très Insuffisant /Échec)
Connaissances	Démontre une connaissance exhaustive des faits.	Démontre une connaissance complète des faits.	Démontre une connaissance générale des faits.	Possède un niveau de connaissance des faits et définitions assez satisfaisant.	Est capable de se rappeler des noms, des faits et des définitions.	Démontre une faible aptitude à se souvenir des faits.	Très faible aptitude à se souvenir des faits.
Compréhension	Démontre une maîtrise approfondie et une utilisation correcte des concepts et principes scientifiques.	Possède une bonne maîtrise et utilisation des concepts et principes scientifiques.	Possède une bonne compréhension des concepts et principes scientifiques.	Comprend les concepts et principes scientifiques simples.	Comprend, de manière limitée, des concepts et principes scientifiques simples.	Comprend de manière limitée quelques concepts et principes scientifiques.	Montre une très faible compréhension des principes et concepts.
Application	Relie les différentes parties du programme, met en application les concepts afin de résoudre une grande variété de problèmes non préparés et propose des hypothèses appropriées.	Relie certaines parties du programme et met en application les concepts et principes lors de problèmes non préparés.	Est capable d'utiliser ses connaissances pour résoudre des problèmes non préparés.	Est capable d'utiliser ses connaissances lors de problèmes déjà rencontrés.	Est capable de résoudre des problèmes de base ou habituels.	/	/

	A (9,0-10 – Excellent)	B (8,0-8,9 – Très bon)	C (7,0-7,9 – Bon)	D (6,0-6,9 – Satisfaisant)	E (5,0-5,9 – Suffisant)	F (3,0-4,9 – Insuffisant/Échec)	FX (0-2,9 – Très Insuffisant /Échec)
Analyse	Analyse des données de façon détaillée et critique afin de les expliquer.	Analyse et explique des données compliquées de manière correcte.	Analyse et explique des données simples.	Analyse et explique de manière rudimentaire des données simples.	Démontre certaines capacités à utiliser les données.	Incapable d'utiliser des données sans une aide considérable.	Ne sait pas utiliser les données de manière adéquate.
Travail expérimental	Formule des hypothèses, prévoit et mène des expériences en utilisant une grande variété de techniques tout en étant attentif aux règles de sécurité et à l'éthique.	Prévoit et mène des expériences en utilisant les techniques appropriées tout en étant attentif aux règles de sécurité.	Sait suivre un protocole écrit et peut rapporter des observations grâce à l'utilisation de plusieurs techniques.	Sait suivre un protocole écrit sans difficulté et rapporte des observations.	Sait suivre un protocole écrit sans difficulté et rapporte des observations simples.	A des difficultés pour respecter des consignes sans supervision.	Ne peut pas suivre un protocole écrit.
Compétences numériques et d'information	Est capable de trouver systématiquement et de manière autonome des informations sur des sujets scientifiques, et d'en évaluer la fiabilité, en ligne et hors ligne. Sait utiliser des logiciels appropriés pour réaliser des tâches scientifiques, de manière autonome.	Est capable de trouver généralement et de manière autonome des informations sur des sujets scientifiques, et d'en évaluer la fiabilité, en ligne et hors ligne. Sait utiliser, avec un peu d'aide, des logiciels appropriés pour des tâches scientifiques.	Est capable de trouver assez souvent et de manière autonome des informations sur des sujets scientifiques, et d'en évaluer la fiabilité, en ligne et hors ligne. Sait utiliser, avec de l'aide, des logiciels appropriés pour des tâches scientifiques.	Avec de l'aide, peut trouver et évaluer la fiabilité d'informations sur des sujets scientifiques, en ligne et hors ligne. Sait utiliser des logiciels appropriés pour des tâches scientifiques, mais avec une assistance structurée.	Peut récupérer des informations sur des sujets scientifiques lorsqu'il (elle) est dirigé(e) vers des sources fiables, en ligne et hors ligne. Sait suivre des instructions structurées afin d'utiliser des logiciels appropriés pour des tâches scientifiques.	Généralement inapte à trouver ou vérifier la fiabilité d'informations sur des sujets scientifiques, en ligne et hors ligne. Epreuve de grandes difficultés à utiliser des logiciels appropriés pour les tâches scientifiques même avec de l'aide.	Inapte à trouver ou vérifier la fiabilité d'informations sur des sujets scientifiques, en ligne et hors ligne. Inapte à utiliser des logiciels appropriés pour les tâches scientifiques, même avec de l'aide.

	A (9,0-10 – Excellent)	B (8,0-8,9 – Très bon)	C (7,0-7,9 – Bon)	D (6,0-6,9 – Satisfaisant)	E (5,0-5,9 – Suffisant)	F (3,0-4,9 – Insuffisant/Échec)	FX (0-2,9 – Très Insuffisant /Échec)
Communication (orale et écrite)	Communique de manière logique et concise en utilisant la terminologie adéquate. Excelle dans la présentation de ses travaux.	Communique de manière claire en utilisant le vocabulaire scientifique adapté. Présente très bien ses travaux.	Communique clairement la plupart du temps en utilisant le vocabulaire scientifique adapté. Présente bien ses travaux.	Utilise un vocabulaire scientifique de base et la rédaction a une structure assez satisfaisante. Présente ses travaux de manière satisfaisante.	Utilise un vocabulaire scientifique de base bien que la rédaction puisse manquer de structure ou de clarté. Présente de manière acceptable ses travaux.	Rédige de manière insuffisante ou incomplète en utilisant un vocabulaire scientifique pauvre. Présente ses travaux de manière insuffisante.	Ne sait pas communiquer des informations scientifiques à l'écrit ou oralement.
Travail en groupe	Prend des initiatives – a un rôle de meneur.	Possède un esprit d'équipe constructif.	Possède un bon esprit d'équipe.	Participe de manière satisfaisante au travail d'équipe.	Peut travailler en équipe.	Nécessite une assistance lors d'un travail d'équipe.	Incapable de travailler en équipe.

Annexe

La physique en S45 est une discipline où les élèves tentent de découvrir et d'appliquer les lois générales qui régissent la force et le mouvement, la matière et l'énergie, l'espace et le temps. Observer les phénomènes, expérimenter, trouver des modèles pour expliquer et prédire le comportement de la matière sont des tâches importantes en physique. Les élèves apprennent par la pratique, l'analyse et la communication en physique. Au fur et à mesure qu'ils progressent, la physique devient plus abstraite et plus mathématique.

La sécurité est prioritaire. Les enseignants doivent commencer le cours de physique S45 par une introduction sur la sécurité en laboratoire, ainsi que lors de chaque expérience en se concentrant sur les questions de sécurité spécifiques à l'activité. En outre, la sécurité doit faire partie de l'évaluation de la compétence « travaux expérimentaux ».

Le programme ne donne pas le nombre de périodes consacrées par l'enseignant, car le temps d'enseignement ne dépend pas seulement du contenu, mais aussi de la compétence enseignée.

Le tableau ci-dessous ne donne que des périodes approximatives, ces dernières n'étant données qu'à titre indicatif.

Thème	Périodes en S4	Périodes en S5	Périodes totales
Electricité / Magnétisme (4.1, 4.2)	20	0	20
Mécanique (4.3, 5.1, 5.3)	18	22	40
Ondes (4.4)	12	0	12
Matière et Chaleur (5.2)	0	12	12
Physique Atomique et Nucléaire (5.4)	0	16	16
Total	50	50	100