

Enseignement de Sciences physiques et chimiques en laboratoire série STL

spécialité sciences physiques et chimiques en laboratoire

Repères pour la formation du module « Image » et « Ondes »

Les repères pour la formation concernant les modules « Image » et « Ondes » du programme de l'enseignement de la spécialité SPCL, élaborés à l'issue de quelques années de mise en pratique, visent plusieurs objectifs :

- clarifier certaines capacités ;
- borner le programme aux fondamentaux exigibles et susceptibles d'être évalués au baccalauréat lors de la sous-épreuve de la spécialité SPCL ;
- proposer des liens avec le programme de physique-chimie commun STI2D et STL. ;
- proposer ponctuellement un exemple de démarche pédagogique possible sans empiéter sur la liberté de l'enseignant.

Ces repères ne se substituent pas aux programmes en vigueur (Bulletin officiel spécial n°3 du 17 mars 2011 et Bulletin officiel spécial n°8 du 13 octobre 2011).

Première STL spécialité SPCL module « image »

Notions et contenus	Capacités exigibles	Repères pour la formation
D'une image à l'autre		
<p>Typologie d'images. Fonctions de l'image.</p> <p>Aspect historique de l'image.</p> <p>Droits d'auteurs, droit à l'image.</p> <p>Perception des images.</p>	<p>Identifier les éléments constitutifs d'une chaîne de production d'image.</p> <p>Reconnaître la fonction d'une image donnée.</p> <p>Distinguer « image enregistrée » et « image fabriquée ».</p> <p>Identifier quelques formats d'enregistrements d'images couramment utilisés et les comparer selon un ou deux critères.</p> <p>Donner le sens des expressions « profondeur de champ », « perspective », « luminosité », « monochrome/polychrome », « contraste », « résolution », « niveaux de gris » et les utiliser de manière appropriée pour décrire une image.</p> <p>Identifier et commenter la nature de l'information contenue dans une image scientifique simple.</p> <p>Repérer sur une échelle temporelle quelques périodes ou dates clés pour l'image et les associer à un support : peintures rupestres, peintures à l'huile, photographie, cinéma, télévision, vidéo, etc.</p> <p>Adopter un comportement citoyen par rapport au droit d'auteur et au droit à l'image.</p> <p>Exploiter un modèle simplifié de l'œil pour expliquer l'accommodation.</p> <p>Comparer la courbe de sensibilité spectrale de l'œil humain à celle de certains animaux.</p> <p>Citer des applications faisant appel à la persistance rétinienne.</p> <p>Expliquer la condition de perception spatiale : de la vision stéréoscopique à l'image en trois dimensions.</p>	<p><i>Un appareil photographique numérique peut être considéré comme une chaîne de production d'images.</i></p> <p><i>L'étude comparative d'images variées, sélectionnées dans des domaines différents (arts, sciences, photographies réalisées en classe...) permet d'introduire la thématique globale de ce programme.</i></p> <p><i>Les formats d'enregistrement ne sont pas exigibles mais l'élève doit savoir que plusieurs formats existent et doit être capable, à l'aide d'une documentation, de choisir le format le plus approprié pour l'utilisation qu'on souhaite en faire.</i></p> <p><i>L'élève doit savoir utiliser les mots et expressions entre guillemets mais leur définition n'est pas exigible.</i></p> <p><i>La notion d'accommodation peut être introduite au moment de l'étude sur les lentilles convergentes (Images photographiques).</i></p> <p><i>Les défauts de la vision ne sont pas exigibles mais ils pourront être abordés lors d'une activité.</i></p> <p><i>Aucune connaissance n'est exigible quant à la sensibilité spectrale : seule une argumentation à partir de courbes fournies est attendue.</i></p> <p><i>La courbe de sensibilité spectrale de l'œil humain est abordée dans l'enseignement commun de physique –chimie.</i></p> <p><i>La notion de parallaxe pourra être abordée pour expliquer la perception des reliefs.</i></p> <p><i>L'utilisation d'un logiciel de traitement d'image pour réaliser des anaglyphes est recommandée. Cette capacité peut être traitée comme application de l'étude des synthèses additive et soustractive (partie « Image et Vision »)</i></p>

Images photographiques		
Chambre noire et sténopé. Système optique : objet optique et image optique.	Mettre en œuvre expérimentalement des systèmes optiques imageurs ; identifier le rôle des éléments essentiels en les désignant ; caractériser objet et image optiques.	<i>Les définitions d'une image optique (réelle et virtuelle) et d'un objet optique sont exigibles. La notion d'objet virtuel n'est pas au programme de la classe de première.</i>
Lumière du jour et lumières artificielles. Lumière émise et lumière reçue. Réflexions spéculaire et diffuse. Filtres optiques.	Expliciter les phénomènes physiques mis en œuvre dans l'éclairage artificiel. Établir un schéma fonctionnel simple d'une chaîne d'éclairage artificiel électriquement sécurisée. Distinguer flux lumineux et éclairage lumineux. Distinguer réflexion spéculaire et réflexion diffuse. Distinguer contraste et luminosité d'une image. Réaliser, interpréter et exploiter l'histogramme d'une image numérisée. Analyser expérimentalement l'effet d'un filtre sur le spectre d'un rayonnement.	<i>Le lien entre le flux énergétique (en $W.m^{-2}$) et le flux lumineux (en lumen) n'est pas exigible. On peut se limiter à une approche qualitative : le lumen est une unité qui tient compte de la sensibilité de l'œil. Ces notions sont abordées dans l'enseignement commun de physique –chimie. On peut limiter l'étude à la modification du contraste et de la luminosité d'une image et à constater la modification de l'histogramme de l'image numérisée.</i>
Faisceaux lumineux : déviation, déformation, aberrations. Systèmes optiques centrés ; stigmatisme ; conjugaison objet/image. Lentilles minces convergentes. Association de lentilles minces.	Illustrer expérimentalement et distinguer différents phénomènes associés à la déviation d'un faisceau lumineux ; indiquer les applications associées. Réaliser expérimentalement un faisceau lumineux cylindrique. Exploiter les notions de foyers, distance focale pour caractériser un système optique. Exploiter les propriétés d'une lentille mince convergente pour prévoir qualitativement la position et la taille d'une image. Utiliser les relations de conjugaison pour prévoir la position et la taille d'une image obtenue à travers une lentille mince convergente ; réaliser une simulation numérique. Déterminer expérimentalement la position et la taille d'une image. Illustrer expérimentalement et corriger des aberrations optiques. Comparer expérimentalement quelques caractéristiques d'un système optique réel et de son modèle simplifié.	<i>L'œil réduit et l'appareil photo constituent des supports suffisants pour introduire les bases de l'optique géométrique. Le protocole d'obtention d'un faisceau quasi-cylindrique avec une lentille mince convergente est exigible pour les épreuves d'ECE. Le vocabulaire associé aux systèmes optiques, appliqué au cas particulier de la lentille mince convergente doit être correctement utilisé en contexte : centre et axe optique, foyers et plans focaux, distance focale, vergence, point objet et point image. La construction graphique de la position et de la taille d'une image à l'aide du modèle du rayon lumineux est exigible. Les formules de conjugaison et de grandissement ne sont pas exigibles mais l'élève doit savoir les utiliser. La focométrie n'est pas au programme. Les contenus du programme invitent à choisir l'appareil photographique comme système optique réel d'étude.</i>

<p>Appareil photographique numérique : mise au point, ouverture, temps de pose</p>	<p>Illustrer expérimentalement le principe de mise au point automatique.</p> <p>Associer l'éclairement et l'énergie reçus au nombre d'ouverture et au temps de pose.</p>	<p><i>On pourra utiliser un capteur CCD pour étudier la courbe d'intensité d'une image et faire ainsi la distinction entre image floue et image nette.</i></p> <p><i>On relie les possibilités de réglages en mode « manuel » de l'appareil photographique numérique (mise au point, ouverture, temps de pose) aux caractéristiques des prises de vue en termes de netteté, de luminosité et de profondeur de champ.</i></p> <p><i>Aucun développement théorique n'est attendu.</i></p>
<p>Angle de champ. Grandissement.</p> <p>Profondeur de champ. Grossissement.</p>	<p>Établir expérimentalement la relation entre l'éclairement et le nombre d'ouverture.</p> <p>Illustrer expérimentalement le principe d'un appareil à visée « réflex ».</p> <p>Mesurer un angle de champ et un grossissement.</p> <p>Relier l'angle de champ et le grandissement à la distance focale de l'objectif et à la taille du capteur.</p> <p>Comparer expérimentalement le grossissement et l'angle de champ de différents objectifs.</p> <p>Illustrer expérimentalement l'effet du diaphragme d'ouverture sur la profondeur de champ.</p> <p>Mesurer le grossissement d'un système optique.</p> <p>Distinguer zoom optique et zoom numérique.</p>	<p><i>Une étude expérimentale permet de relier les paramètres physiques de l'appareil photographique (nombre d'ouverture, distance focale, taille du capteur) aux caractéristiques de la prise de vue (luminosité, grandissement, angle de champ, profondeur de champ et grossissement).</i></p> <p><i>L'expression de l'angle de champ n'est pas exigible.</i></p>
<p>Photographie numérique : Photo détecteurs.</p> <p>Photographie argentique.</p> <p>Capteur : sensibilité et résolution.</p>	<p>Mettre en œuvre expérimentalement une photodiode ou un phototransistor.</p> <p>Expliquer le principe des capteurs photosensibles CCD d'un appareil photographique numérique.</p> <p>Réaliser une activité expérimentale pour relier l'éclairement reçu par un capteur et la grandeur électrique mesurée.</p> <p>Interpréter l'image argentique par un procédé photochimique.</p> <p>Comparer la sensibilité d'un capteur numérique et celle d'une pellicule argentique à une norme.</p> <p>Relier la sensibilité à la résolution et à la surface du capteur.</p>	<p><i>L'étude de la caractéristique de transfert (éclairage/grandeur électrique) d'un photorécepteur a pour objectif de comprendre le fonctionnement des capteurs utilisés dans les systèmes imageurs.</i></p> <p><i>On peut expliquer les principes de fonctionnement des capteurs numériques et argentiques et comparer leurs performances en termes de sensibilité et de résolution. Aucune connaissance de norme n'est exigible.</i></p> <p><i>On étudie l'influence de la taille de la surface sensible (du pixel dans le cas du capteur électrique, du « grain » dans le cas de la pellicule) sur la sensibilité et la résolution du photodétecteur.</i></p>

Image et vision		
<p>Spectroscopie : prisme et réseaux. Spectres visibles.</p>	<p>Réaliser expérimentalement et décrire les spectres de différentes sources lumineuses dont une source laser. Distinguer spectres d'émission et spectres d'absorption, spectres continus et spectres de raies. Identifier, en utilisant une banque de données, un élément chimique à partir de son spectre d'émission ou d'absorption. Exploiter la courbe d'intensité spectrale d'un spectre lumineux Relier la longueur d'onde d'une radiation monochromatique à sa fréquence. Mesurer des longueurs d'onde du spectre visible.</p>	<p><i>La manipulation d'un spectromètre à fibre optique permet de faire le lien entre spectre (déjà étudié dans les classes précédentes) et courbe d'intensité spectrale d'une source lumineuse.</i> <i>La relation entre la longueur d'onde d'une radiation monochromatique et sa fréquence est exigible.</i></p>
<p>Perception des couleurs. Couleur des objets.</p>	<p>Expliciter le rôle de chacun des deux types de cellules photosensibles de l'œil. Exploiter les courbes de sensibilité relative de l'œil en vision diurne et en vision nocturne. Interpréter la couleur d'un objet comme l'effet de l'interaction de la matière dont il est constitué avec la lumière incidente. Citer les paramètres physiques intervenant dans la perception des couleurs : teinte, luminosité et saturation.</p>	<p><i>Les notions de diffusion, absorption et transmission de la lumière par les objets seront abordées.</i> <i>L'influence de l'éclairage peut être reliée à l'indice de rendu des couleurs traité dans l'enseignement commun de physique – chimie.</i> <i>Les concepts de teinte, luminosité et saturation peuvent être illustrés à l'aide d'un logiciel de traitement d'images.</i></p>
<p>Synthèses additive et soustractive des couleurs. Systèmes chromatiques. Filtres.</p>	<p>Illustrer expérimentalement les synthèses additive et soustractive des couleurs. Illustrer expérimentalement le principe du système RVB. Exploiter un logiciel dédié pour déterminer les caractéristiques d'une couleur : composantes (R, V, B) ou teinte, luminosité, saturation (T, L, S). Interpréter la pureté d'une couleur dans le diagramme chromatique (CIE 1931). Citer des procédés de production d'images faisant appel à la synthèse additive ou à la synthèse soustractive.</p>	<p><i>On distingue les deux types de synthèse des couleurs à partir de mélanges (lumière ou pigments) afin d'expliquer le principe de fonctionnement de procédés de production d'images.</i> <i>À titre d'exemple, l'observation microscopique d'un écran de téléphone portable et d'une impression laser est intéressante.</i> <i>Les couleurs primaires du système aditif et du système soustractif sont fournies.</i> <i>On distingue la lumière blanche (contenant toutes les radiations monochromatiques du domaine visible) de la lumière vue blanche (résultat d'une addition de rouge, bleu et vert).</i> <i>La présentation des systèmes chromatiques doit permettre à l'élève de comprendre qu'il existe différents codages de couleurs.</i> <i>Les liens entre les différents systèmes sont hors programme.</i> <i>L'exploitation du diagramme CIE se limite à la « pureté » de la couleur.</i></p>
<p>Pigments et colorants. Colorants naturels et artificiels</p>	<p>Distinguer couleur pigmentaire et couleur structurelle. Citer les phénomènes physiques pouvant intervenir dans la perception des couleurs structurelles. Illustrer expérimentalement l'effet des pigments sur la lumière blanche.</p>	<p><i>La différence entre les modes de production des couleurs pigmentaires (qui résultent des phénomènes d'absorption et de réflexion) et les modes de production des couleurs structurelles (qui relèvent des phénomènes de diffraction, d'interférence et de polarisation) est une connaissance exigible.</i></p>

Lumière et énergie		
<p>Interaction rayonnement-matière : émission et absorption, diffusion.</p> <p>Le photon. Quantification des niveaux d'énergie.</p>	<p>Déterminer expérimentalement quelques caractéristiques d'un photorécepteur, d'un photoémetteur.</p> <p>Interpréter les échanges d'énergie entre lumière et matière à l'aide du modèle corpusculaire de la lumière. Appliquer le modèle corpusculaire de la lumière pour expliquer le principe d'un photoémetteur et d'un photorécepteur.</p>	<p><i>La relation entre l'énergie d'un photon, la constante de Planck et la fréquence d'une radiation n'est pas exigible en classe de 1ère.</i></p> <p><i>On limite les développements théoriques à la recherche de la relation entre longueur d'onde, identifiée dans le spectre d'émission ou d'absorption, et la variation d'énergie entre deux niveaux.</i></p> <p><i>La dualité onde-corpuscule peut être abordée en lien avec l'enseignement commun de physique –chimie.</i></p>
<p>Sensibilité lumineuse relative de l'œil. Grandeurs photométriques : flux, éclairage.</p> <p>Sensibilité des capteurs à l'éclairage.</p> <p>Réflexion, absorption, transmission, diffusion.</p> <p>Luminescences.</p>	<p>Exploiter la courbe de sensibilité de l'œil. Interpréter les anomalies de la vision des couleurs (daltonisme). Déterminer expérimentalement la puissance lumineuse et le flux lumineux de différentes sources de lumière. Associer le flux énergétique d'un faisceau à un flux de photons dans le cas d'une lumière monochromatique. Illustrer expérimentalement l'anisotropie des sources lumineuses artificielles. Illustrer expérimentalement deux modes de détection du rayonnement : compteurs de photons, capteurs d'énergie. Mesurer un éclairage lumineux ; donner des ordres de grandeur d'éclairage dans différentes situations courantes. Déterminer expérimentalement les caractéristiques de quelques sources ou de quelques capteurs : efficacité énergétique, rendement quantique et sensibilité spectrale. Caractériser un matériau optique par ses coefficients de réflexion, de transmission et d'absorption. Interpréter deux phénomènes de luminescence parmi la chimiluminescence, la fluorescence, la phosphorescence et l'électroluminescence, à partir de l'interaction rayonnement-matière.</p>	<p><i>Les grandeurs étudiées sont abordées en lien avec l'enseignement commun de physique –chimie.</i></p> <p><i>On insiste sur la prise en compte de la sensibilité de l'œil par les instruments utilisés pour mesurer l'éclairage.</i></p> <p><i>L'élève doit être capable de déduire d'une analyse dimensionnelle la relation entre éclairage et flux lumineux.</i></p> <p><i>Les relations de rendement quantique et sensibilité d'un capteur de lumière (compteur de photons et capteur d'énergie) ne sont pas exigibles.</i></p> <p><i>On s'intéressera aux propriétés optiques des matériaux utilisés pour les capteurs.</i></p> <p><i>L'interprétation des valeurs des coefficients de réflexion, de transmission et d'absorption est au programme.</i></p> <p><i>Les phénomènes de phosphorescence et de fluorescence peuvent être mis en évidence expérimentalement puis interprétés à l'aide des niveaux d'énergie.</i></p>
<p>Sources « laser » : directivité, monochromaticité, puissance.</p>	<p>Citer différents types de laser et leurs usages dans différents domaines. Énoncer les deux propriétés physiques spécifiques d'un faisceau laser. Mettre en évidence expérimentalement les propriétés d'un faisceau produit par différentes sources laser. Comparer la puissance surfacique d'une lumière émise par un laser et celle d'une autre source de lumière. Utiliser une source laser en respectant les règles de sécurité. Mesurer une distance avec une source laser.</p>	<p><i>Les caractéristiques principales (directivité, puissance et monochromaticité) du laser sont étudiées expérimentalement pour les mettre en lien avec les applications des différents types de lasers.</i></p>

Images et information		
Information : Sources d'information, signaux, débit. Chaîne de transmission d'informations.	Identifier les éléments d'une chaîne de transmission d'informations. Caractériser une transmission numérique par son débit binaire. Citer quelques modes de liaison possibles entre divers équipements vidéo, leurs avantages et leurs limites.	<i>On peut, par exemple, prendre appui sur les communications établies entre téléphones mobiles dans le cas d'un transfert d'image.</i>
Image numérique. Traitement d'image.	Définir le pixel et estimer ses dimensions dans le cas de l'appareil photo numérique, d'un écran vidéo. Expliquer le principe du codage en niveaux de gris et en couleurs RVB. Énoncer qu'une image numérique est associée à un tableau de nombres. Déterminer expérimentalement la résolution d'un convertisseur analogique/numérique. Effectuer une opération simple (filtrage) de traitement d'image à l'aide d'un logiciel approprié. Interpréter le chronogramme de sortie d'un capteur CCD.	<i>Aucune connaissance n'est attendue en matière d'algorithmes associés au décryptage des informations.</i> <i>L'interprétation du chronogramme de sortie d'un capteur CDD peut être réalisée au moment de l'illustration du principe de mise au point automatique (Images photographiques).</i>
Milieux et canaux de transmission : câbles, fibres, faisceaux hertziens.	Citer l'ordre de grandeur du débit binaire d'une transmission par câble coaxial, par fibre optique et par transmission hertzienne. Expliquer le principe de propagation de la lumière dans une fibre optique. Mesurer l'ouverture numérique d'une fibre optique. Mettre en œuvre un dispositif de transmission de données par fibre optique. Montrer expérimentalement le phénomène de réflexion à l'extrémité d'un câble de transmission et sa conséquence sur le signal.	<i>Seule la comparaison des différentes technologies utilisées pour transmettre l'information en termes de fidélité et d'atténuation du signal transmis est au programme.</i> <i>Cette capacité pourra être développée en terminale (« Les ondes qui nous entourent »).</i>
Reconstitution de l'image avec divers imageurs.	Expliquer le principe de reconstitution des couleurs par une imprimante, un écran numérique ou un vidéoprojecteur.	<i>La reconstitution des couleurs peut être liée à l'étude des synthèses additive et soustractive (Image et vision).</i>
Stockage et mémorisation des images.	Relier la capacité mémoire nécessaire au stockage d'une image numérisée, non compressée, et sa définition. Citer deux formats de fichiers images en précisant leurs principales caractéristiques. Réaliser une conversion de formats de fichiers images à l'aide d'outils logiciels adaptés.	<i>L'utilisation d'un logiciel de traitement d'image permet de traiter expérimentalement ces notions.</i>

Terminale STL spécialité SPCL module « ondes »

Notions et contenus	Capacités exigibles	Repères pour la formation
Les ondes qui nous environnent		
<p>Perturbation d'un système physique ; réponse du système. Phénomènes vibratoires ; grandeurs vibratoires. Systèmes oscillants en mécanique et en électricité. Exemples dans différents domaines de fréquences. Analogies électromécaniques. Aspects énergétiques ; effets dissipatifs ; amortissement Oscillations forcées. Notion de résonance. Oscillations auto-entretenues : source de signal.</p> <p>Notion d'onde. Propagation d'une perturbation dans un milieu élastique. Ondes progressives ; retard, célérité.</p> <p>Ondes progressives périodiques ; ondes sinusoïdales : fréquence, période, longueur d'onde, célérité, amplitude, intensité. Périodicités temporelle et spatiale</p>	<p>Caractériser la réponse temporelle de différents systèmes physiques soumis à une perturbation en utilisant les capteurs appropriés. Identifier la ou les grandeur(s) vibratoire(s). Qualifier les oscillations libres d'un système : oscillations pseudopériodiques, quasi-sinusoïdales, amorties. Modéliser analytiquement, à partir d'enregistrements, les réponses correspondant aux différents régimes d'oscillations d'un système à un degré de liberté : harmonique, apériodique, pseudo-périodique. Comparer deux oscillateurs dans deux domaines différents de la physique ; indiquer les analogies. Identifier les formes d'énergie mises en jeu dans un phénomène oscillatoire en mécanique et en électricité. Mettre en évidence expérimentalement un phénomène de résonance en électricité et en mécanique ; mesurer une fréquence de résonance et déterminer un facteur de qualité. Analyser le rôle d'un dispositif d'entretien d'oscillations. Visualiser et exploiter le spectre en amplitude d'un signal temporel représentatif d'oscillations en régime permanent.</p> <p>Analyser la propagation d'une perturbation dans un milieu élastique unidimensionnel. Représenter les évolutions temporelle et spatiale du phénomène observé. Mesurer un retard, une célérité. Distinguer onde transversale et onde longitudinale, onde plane et onde sphérique. Expliciter la signification des différentes grandeurs physiques intervenant dans le modèle d'une onde progressive sinusoïdale, unidimensionnelle et leur lien avec le sens de propagation. Citer et exploiter la relation entre fréquence, longueur d'onde et célérité. Citer le lien entre l'amplitude d'une grandeur vibratoire et la puissance moyenne transportée par une onde.</p>	<p><i>Cette partie introduit les phénomènes périodiques à l'origine de l'émission des ondes périodiques. Aucun développement théorique sur les systèmes choisis pour illustrer ces phénomènes (condensateur et bobine en électricité, ressorts, pendules, cordes vibrantes, etc. en mécanique) n'est attendu. On s'attache à montrer les différents régimes d'oscillations, à introduire les notions d'oscillations libres et forcées et à les interpréter énergétiquement. La notion de régime critique, dans le cas des oscillations libres, peut être abordée mais n'est pas exigible. Les expressions des énergies stockées ne sont pas exigibles.</i></p> <p><i>La définition du facteur de qualité n'est pas à connaître. L'élève doit savoir exploiter son expression et interpréter sa valeur pour caractériser la résonance. Le montage expérimental d'un dispositif d'entretien est donné à l'élève qui doit savoir analyser son effet d'un point de vue énergétique.</i></p> <p><i>On prend soin d'étudier au moins un cas d'onde non périodique (clap sonore, salve d'ultrasons, etc.).</i></p> <p><i>La mesure d'un retard est l'occasion d'initier les élèves à la manipulation des systèmes d'acquisition qui seront utilisés toute l'année (oscilloscope, carte d'acquisition). L'expression $u(x, t) = U \cos \left\{ 2\pi f \left(t - \frac{x}{c} \right) \right\}$ n'est pas à connaître. L'élève doit en comprendre le sens si elle lui est rappelée et être capable d'en définir les différents termes.</i></p> <p><i>La relation exacte entre l'amplitude et la puissance moyenne transportée dépend du type d'onde étudié. L'élève doit retenir que pour une onde périodique, quelle qu'elle soit, la puissance moyenne transportée est proportionnelle au carré de l'amplitude.</i></p>

IGEN – Groupe physique-chimie

<p>Propagation libre, guidée. Réflexion, réfraction, transmission, atténuation.</p> <p>Représentation fréquentielle des ondes. Spectre des ondes électromagnétiques. Modèle ondulatoire et corpusculaire.</p> <p>Sources d'ondes (acoustiques et électromagnétiques) et capteurs (transducteurs piézo-électriques, composants optoélectroniques, antennes).</p>	<p>Distinguer propagation libre et propagation guidée. Expliciter les phénomènes se produisant lorsqu'une onde change de milieu de propagation ; caractériser simplement ces phénomènes.</p> <p>Repérer et identifier les différents domaines du spectre des ondes électromagnétiques utilisées. Extraire et exploiter des informations sur les différentes catégories d'ondes et sur leurs effets sur la matière inerte ou vivante. Relier la fréquence d'une onde électromagnétique monochromatique à l'énergie des corpuscules la constituant. Détecter la présence de micro-ondes par une mesure adaptée. Tracer le diagramme de rayonnement d'un transducteur ultrasonore. Mesurer et interpréter les caractéristiques d'un photorécepteur.</p>	<p><i>Dans le cas de la propagation libre, une étude préliminaire peut être réalisée à l'aide de la cuve à onde qui permet de caractériser simplement différents phénomènes liés aux ondes : la réflexion, la réfraction, la diffraction et le phénomène d'interférence. Dans les chapitres suivants, ces différents phénomènes seront réinvestis.</i></p> <p><i>L'étude de la fibre optique peut être mise en lien avec la partie « mesurer ».</i></p> <p><i>L'approche retenue ici reste qualitative et peut prendre appui sur les notions de réfraction et réflexion de la lumière, étudiées en classe de seconde.</i></p> <p><i>Cette partie peut être mise en lien avec l'enseignement commun de physique –chimie.</i></p> <p><i>La relation entre la fréquence d'une onde électromagnétique monochromatique et l'énergie des corpuscules, qui la constitue, est exigible.</i></p> <p><i>Le diagramme de rayonnement du transducteur peut être mis en lien avec le phénomène de diffraction.</i></p>
---	--	---

Des ondes pour observer et mesurer

Observer : voir plus grand

<p>Du millimètre au micromètre. Faisceaux de lumière ; objectifs et oculaires ; diffraction de la lumière par un diaphragme circulaire, résolution d'un instrument d'optique. Grossissement.</p>	<p>Extraire d'une documentation les caractéristiques utiles d'un microscope commercial pour le choisir et le mettre en œuvre.</p> <p>Mettre en évidence expérimentalement le phénomène de diffraction. Prévoir les conséquences de la modification de la taille de l'objet diffractant et de la longueur d'onde sur une figure de diffraction. Définir le grossissement et le pouvoir de résolution d'un microscope optique. Modéliser un microscope optique par un système optique simple. Réaliser et exploiter le tracé d'un faisceau de lumière pour décrire le principe du microscope. Exploiter les relations de conjugaison pour déterminer la position et la taille d'une image fournie par l'objectif d'un microscope. Associer le pouvoir de résolution d'un instrument au phénomène de diffraction et aux propriétés du capteur. Déterminer expérimentalement quelques caractéristiques d'un appareil commercial.</p>	<p><i>On peut s'appuyer sur les compétences développées en SVT dans la manipulation du microscope commercial (en 2^{nde} ou au collège). Une maquette sur banc optique complète l'étude et peut être exploitée pour expliquer la formation de l'image intermédiaire, étudier le principe de la mise au point, faire des mesures de grossissement. L'étude du cercle oculaire n'est pas au programme.</i></p> <p><i>Le phénomène de diffraction est également exploité dans la partie « mesurer ». Il est présenté ici comme une limite du modèle géométrique de la lumière, responsable de la perte de résolution de l'instrument.</i></p> <p><i>Les définitions exigibles sont :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - celle exprimée en fonction des diamètres apparents, - celle du grandissement de l'objectif et du grossissement de l'oculaire. <p><i>Les diverses expressions du grossissement en fonction des distances focales, de l'intervalle optique et de la distance minimale de vision distincte sont rappelées au besoin ou leur établissement est guidé.</i></p> <p><i>Le modèle du microscope est étudié principalement pour un œil au repos. Les relations de conjugaison ne sont pas exigibles, mais l'élève doit savoir les utiliser.</i></p> <p><i>Le critère de Rayleigh est énoncé mais n'est pas exigible : son application en fonction de l'élément diffractant du capteur doit être maîtrisée par l'élève.</i></p> <p><i>Le lien entre le pouvoir de résolution et l'ouverture numérique est exigible. La limite de séparation angulaire de l'œil est introduite. L'ordre de grandeur doit être connu.</i></p> <p><i>L'exemple de l'échographie permet de réinvestir les notions sur la propagation des ondes introduites dans la partie « les ondes qui nous entourent » et préalablement étudiées en classe de seconde. La prise en compte du phénomène d'absorption complète cette approche.</i></p> <p><i>La mesure des coefficients énergétiques n'est pas aisée et donne souvent des résultats médiocres, tant il est difficile d'isoler les phénomènes de réflexion à l'interface et d'absorption dans le matériau. Elle permet néanmoins de comparer qualitativement différents matériaux en fonction de leur interaction avec les ondes.</i></p> <p><i>L'élève doit savoir que le coefficient d'absorption dépend de la nature du milieu traversé et de la fréquence de l'onde. Aucune valeur n'est cependant exigible.</i></p>
<p>Effet piézoélectrique. Réflexion, absorption et transmission d'une onde. Coefficients de transmission, d'absorption et de réflexion énergétiques.</p>	<p>Mettre en œuvre une source et un capteur piézoélectriques. Illustrer expérimentalement le principe d'un échographe unidimensionnel. Mesurer les coefficients de transmission et de réflexion énergétiques des ondes lumineuses ou ultrasonores d'une interface en incidence normale. Mesurer le coefficient d'absorption des ondes lumineuses ou ultrasonores dans un milieu. Tracer expérimentalement le diagramme de directivité d'un émetteur ultrasonore. Utiliser les coefficients énergétiques dans l'étude de cas concrets simples.</p>	

<p>Du micromètre au nanomètre. Nanosciences.</p>	<p>Décrire le principe d'un microscope à force atomique. Associer les différents types de microscopes à leurs domaines d'observation.</p>	
<p>Observer : voir plus loin</p>		
<p>Miroirs sphériques, miroirs plans. Télescope. Grossissement.</p>	<p>Extraire d'une documentation les caractéristiques utiles d'un appareil commercial pour son choix ou sa mise en œuvre. Réaliser et exploiter le tracé d'un faisceau de lumière pour décrire le principe de fonctionnement du télescope. Illustrer expérimentalement le principe d'un télescope et déterminer ses caractéristiques. Déterminer expérimentalement quelques caractéristiques d'un appareil commercial. Montrer expérimentalement les effets limitatifs de l'objectif et de l'oculaire sur le champ et la luminosité d'un télescope.</p>	<p><i>La volonté de construire des miroirs primaires de grand diamètre est évoquée et reliée au problème de la diffraction par l'objectif de l'instrument, déjà évoqué dans le cas du microscope. Seule l'étude du télescope afocal est au programme. Le point d'approche restant le télescope commercial, une étude sur banc optique peut compléter l'étude sur un télescope réel : les effets limitatifs de l'objectif et de l'oculaire sur le champ et la luminosité pourront être montrés.</i></p>
<p>Mesurer</p>		
<p>Propagation. Réfraction, réfraction limite et réflexion totale. Réfractomètre Diffusion. Structure d'une onde électromagnétique. Ondes polarisées ou non polarisées ; polariseur, analyseur. Diffraction.</p>	<p>Relier durée de parcours, distance parcourue et célérité. Mesurer la célérité du son, de la lumière, le protocole expérimental étant fourni. Mesurer une distance par télémétrie laser ou ultrasonore. Relier les indices optiques des milieux à l'angle limite de réfraction. Déterminer la concentration en sucre ou en alcool d'une solution par une méthode réfractométrique. Décrire le principe de détection à distance de particules en suspension dans l'atmosphère. Produire et analyser une lumière polarisée. Associer la polarisation d'une onde électromagnétique à la direction du champ électrique. Déterminer une concentration à partir de la mesure de la déviation du plan de polarisation de la lumière dans une solution. Utiliser un capteur d'intensité lumineuse pour visualiser une figure de diffraction d'une fente rectangulaire, d'un fil. Citer et utiliser l'expression de l'angle d'ouverture d'un faisceau monochromatique diffracté par une fente. Réaliser une mesure dimensionnelle en utilisant le phénomène de diffraction. Associer la capacité de stockage d'un support numérique optique à la longueur d'onde du laser utilisé et à l'ouverture numérique de l'optique de focalisation.</p>	<p><i>Cette partie prend appui sur des notions abordées dans le cadre de l'enseignement commun de physique –chimie des classes de première et terminale. L'expression de l'indice d'un milieu en fonction de la vitesse de propagation de la lumière est exigible. Les phénomènes de réfraction limite et de réflexion totale sont illustrés expérimentalement et pourront être reliés à la fibre optique. Le réfractomètre peut être mise en œuvre, dans le module « chimie et développement durable ». L'élève doit savoir l'utiliser à l'aide de la notice. La structure du champ électromagnétique est abordée dans l'enseignement commun de physique –chimie. Le principe de fonctionnement des polariseurs n'est pas exigible. La loi de Biot n'est pas exigible mais elle peut être exploitée pour mesurer des concentrations, avec une utilisation correcte des unités. La fente rectangulaire permet une étude quantitative de la diffraction, qui complète l'approche qualitative menée à propos de la résolution du microscope. L'élève doit être capable de faire le lien entre la figure de diffraction observée sur un écran et la courbe d'intensité recueillie à l'aide d'un capteur. Les relations suivantes ne sont pas à connaître ; si besoin elles seront données et l'élève doit être capable de les utiliser : - l'expression de l'angle d'ouverture dans le cas d'une ouverture circulaire ; - l'expression de l'ouverture numérique en fonction du diamètre et de la</i></p>

		<p>distance focale du système. - l'expression de l'ouverture angulaire du faisceau en fonction de l'ouverture numérique.</p>
<p>Interférences, différence de marche entre deux chemins. Réseaux, pas d'un réseau.</p>	<p>Identifier les différents chemins optiques entre une ou plusieurs sources ponctuelles et un détecteur. Exprimer la différence de marche entre deux chemins optiques. Relier l'intensité reçue par un capteur à la différence de marche de deux ondes. Utiliser un capteur d'intensité lumineuse pour visualiser une figure d'interférences, le protocole étant donné. Exploiter les interférences créées par un dispositif à deux ondes et par un réseau. Choisir et utiliser un réseau adapté pour mesurer une longueur d'onde. Effectuer une mesure dimensionnelle avec un dispositif interférométrique, le protocole étant fourni. Décrire le principe de la mesure de distances entre plans cristallins par une méthode interférométrique.</p>	<p>La relation attendue entre l'intensité et la différence de marche δ est qualitative. On insiste sur les deux cas limites : lorsque δ est un multiple entier de la longueur d'onde, alors l'intensité est maximale, et lorsque δ est un multiple impair de la demi-longueur d'onde, l'intensité est minimale. L'élève doit savoir établir le lien entre la figure d'interférence observée sur un écran et la courbe d'intensité obtenue à l'aide d'un capteur. L'expression de l'interfrange dépend du dispositif utilisé, elle n'est pas exigible ; elle est rappelée en fonction des situations traitées. L'étude théorique du réseau et de la relation de dispersion n'est pas au programme. Le choix du réseau adapté sera fait selon des critères expérimentaux.</p>
<p>Absorption ; spectrophotométrie.</p>	<p>Exploiter des spectres d'absorption dans différents domaines de longueurs d'onde. Déterminer la concentration d'un soluté par spectrophotométrie</p>	<p>Cette partie est reliée aux notions de spectroscopie abordées dans le module « chimie et développement durable ». On privilégie l'exploitation d'une droite d'étalonnage à l'application de la loi de Beer-Lambert, qui n'est pas exigible. L'élève doit savoir choisir la longueur d'onde la plus appropriée pour réaliser un dosage spectrophotométrique par étalonnage.</p>
<p>Effet Doppler.</p>	<p>Relier le décalage en fréquence d'une onde émise par une source en mouvement à la vitesse de la source. Illustrer expérimentalement le principe d'un vélocimètre à effet Doppler.</p>	<p>Seul le cas où la source se déplace en direction du récepteur est au programme. La relation entre le décalage Doppler et la vitesse dans le cas où l'onde se réfléchit sur un objet mobile (c'est le cas du vélocimètre) n'est pas exigible. Dans les cas où l'angle entre la direction du mouvement étudié et l'axe source – récepteur n'est pas nul, les relations seront données aux élèves en cas de besoin.</p>
<p>Rayonnement et température.</p>	<p>Expliciter la dépendance entre la puissance totale rayonnée d'un corps et sa température. Effectuer une mesure de température à l'aide d'une thermopile (capteur bolométrique), le protocole étant fourni.</p>	<p>Cette notion est abordée dans l'enseignement commun de physique – chimie. L'expression de la loi de Stefan n'est pas exigible. Les élèves doivent savoir que la puissance rayonnée varie dans le même sens que température de la source.</p>

Des ondes pour agir		
Concentrer et diriger les ondes		
<p>Faisceaux cylindriques et coniques. Focalisation, foyer, distance focale. Stigmatisme. Réfraction. Réflexion.</p>	<p>Mettre en évidence que l'énergie transportée par les ondes lumineuses ou sonores peut être dirigée ou concentrée. Associer la concentration d'énergie d'un faisceau à sa géométrie. Tracer le trajet du faisceau de lumière dans un système qui dirige ou concentre la lumière. Comparer expérimentalement quelques caractéristiques de différents systèmes de focalisation réels et de leurs modèles simplifiés. Déterminer expérimentalement un angle d'incidence limite.</p>	<p><i>Cette partie réinvestit ou complète des notions déjà présentes dans la partie « des ondes pour observer et mesurer ».</i> <i>Le défaut de stigmatisme peut être montré expérimentalement.</i></p>
Utiliser l'énergie transportée par les ondes		
<p>Transport d'énergie. Grandeurs radiométriques : flux énergétique, éclairement énergétique. Laser. Effet sur la matière inerte et vivante.</p> <p>Interférences constructives et destructives. Ondes stationnaires. Cavité résonante, modes propres.</p>	<p>Citer les unités des grandeurs radiométriques : flux énergétique, éclairement énergétique. Déterminer expérimentalement un ordre de grandeur du flux énergétique d'un faisceau laser. Mesurer un éclairement. Relier l'énergie transportée par un rayonnement au flux énergétique et à la durée d'exposition. Exploiter une norme pour déterminer une durée maximale d'exposition. Énoncer et exploiter que le diamètre de la zone de focalisation du faisceau laser varie dans le même sens que la longueur d'onde.</p> <p>Justifier l'utilisation d'un laser pour effectuer la découpe d'un matériau.</p> <p>Exprimer et exploiter une différence de marche pour en déduire les conditions d'obtention d'interférences constructives ou d'interférences destructives. Mettre en évidence expérimentalement le phénomène d'interférence pour différents types d'ondes : sonores, lumineuses, mécaniques. Distinguer les ondes stationnaires des ondes progressives. Interpréter le phénomène d'ondes stationnaires en termes d'interférences. Relier les fréquences de résonance des ondes</p>	<p><i>Les grandeurs photométriques ont été introduites dans le module « image » en classe de 1^{ère}. Il convient de faire le lien avec les grandeurs radiométriques.</i> <i>L'élève doit connaître les définitions et les unités des grandeurs suivantes :</i> <i>- l'énergie en J ;</i> <i>- la puissance moyenne transportée en W ;</i> <i>- l'intensité en W/m² (appelée éclairement énergétique dans le cas de la lumière).</i> <i>Le flux (puissance par unité d'angle solide) sera assimilé à la puissance en watt. La définition du flux lumineux, exprimé en lumen, n'est pas à connaître mais l'élève doit comprendre que le flux énergétique ne tient pas compte de la variation de la sensibilité de l'œil en fonction de la longueur d'onde, ce qui justifie la définition du lumen.</i> <i>L'éclairement en lux est celui que mesure la plupart des appareils, la définition du lux (lumen/m²) sera rappelée aux élèves en cas de besoin.</i> <i>Cette partie réinvestit les connaissances sur les interférences abordées dans la partie « mesurer » et les exploite pour introduire la notion d'onde stationnaire.</i> <i>L'onde stationnaire peut être interprétée comme le résultat de l'interférence constructive entre une onde incidente et une onde réfléchie. Même sans le traiter formellement, on informe les élèves sur le fait que les réflexions sont multiples, ce qui explique que l'interférence, si elle n'est pas constructive, empêche l'onde de se propager dans la cavité. D'où l'existence des modes propres.</i></p>

<p>Polarisation.</p>	<p>stationnaires unidimensionnelles à la longueur d'une cavité. Associer la polarisation d'une onde électromagnétique à la direction du champ électrique. Différencier expérimentalement une lumière polarisée rectilignement d'une lumière non polarisée à l'aide d'un polariseur. Illustrer expérimentalement le principe d'un afficheur à cristaux liquides. Décrire le principe d'un interrupteur ou d'un modulateur optique.</p>	<p><i>Cette partie est mise en lien avec la partie « mesurer » : voir commentaires ci-avant.</i></p> <p><i>L'afficheur à cristaux liquides noir et blanc est une illustration de ces phénomènes présents dans le quotidien des élèves. Aucun développement théorique sur les cristaux liquide n'est exigible.</i></p> <p><i>Le sujet d'annales 2014 d'ECE intitulé « Phénomène de polarisation et principe d'un afficheur à cristaux liquide » (publié sur site Eduscol) est un support pédagogique qui pourra être utilisé pour traiter cette partie.</i></p>
<p>Communiquer avec des ondes</p>		
<p>Ondes guidées, non guidées, transmission. Guide d'onde, câble. Absorption, diffusion, atténuation des ondes. Spectre d'une onde.</p>	<p>Illustrer expérimentalement différentes transmissions guidées d'ondes dans plusieurs domaines de longueur d'onde. Analyser l'effet de la résistance de charge sur la réflexion d'une onde à l'extrémité d'une ligne sans perte. Représenter le schéma de principe d'un système de transmission par ondes. Visualiser et exploiter le spectre d'une onde modulée par un signal informatif. Associer l'absorption d'une onde électromagnétique à la nature de la matière exposée. Distinguer la diminution de la puissance surfacique d'une onde divergente et son absorption par un milieu.</p>	<p><i>Cette partie reprend des notions abordées en classe de 1^{ère} dans le module « Image ».</i></p> <p><i>L'étude est limitée à l'effet d'une charge nulle, infinie ou adaptée. Cette étude reste qualitative : l'élève doit être capable de prévoir l'existence d'une réflexion de l'onde selon la résistance de charge. La notion de coefficient de réflexion n'est pas abordée.</i></p> <p><i>La notion d'atténuation dans une ligne est abordée sans qu'aucune connaissance ne soit exigible.</i></p> <p><i>La comparaison entre les transmissions par câble coaxial et par fibre optique (atténuation linéique et débit binaire) peut être réalisée à partir d'une étude documentaire.</i></p> <p><i>Les coefficients d'absorption définis dans la partie « Des ondes pour observer et mesurer » peuvent être réinvestis.</i></p> <p><i>Tout développement mathématique sur les ondes sphériques est exclu.</i></p> <p><i>L'élève doit comprendre que la diminution de la puissance surfacique due à la divergence de l'onde affecte principalement la propagation libre.</i></p> <p><i>L'expression de l'atténuation linéique d'un milieu, dans le cas d'une propagation à une dimension, n'est pas à connaître.</i></p>