

Dossier pédagogique

CITÉ DES LUMIÈRES



SOMMAIRE

DESCRIPTIF DE L'EXPOSITION	4
PLAN DE L'EXPOSITION	5
PARCOURS DES ELEVES	6
CE QUE LA LUMIERE ME FAIT.	7
QU'EST-CE QUE LA LUMIERE ?	9
LA LUMIERE ET LE VIVANT	11
LA LUMIERE QUE NOUS PARTAGEONS	12
L'ŒUVRE DANS L'EXPOSITION	13
LIENS AUX PROGRAMMES.....	16
CYCLE 2	16
ENSEIGNEMENTS ARTISTIQUES.....	16
ENSEIGNEMENT MORAL ET CIVIQUE.....	16
QUESTIONNER LE MONDE.....	16
CYCLE 3	18
ARTS PLASTIQUES.....	18
ENSEIGNEMENT MORAL ET CIVIQUE.....	18
SCIENCES ET TECHNOLOGIE.....	18
CYCLE 4	20
ARTS PLASTIQUES.....	20
ENSEIGNEMENT MORAL ET CIVIQUE.....	20
PHYSIQUE-CHIMIE.....	20
SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE	21
EPI.....	21
LYCÉE PROFESSIONNEL.....	23
LYCÉE.....	27
CLASSE DE PREMIERE S.....	27
CLASSE DE TERMINALE S.....	29
SPECIALITE EN TERMINALE S.....	32



ACTIVITE POUR LA CLASSE.....	35
OMBRE ET LUMIERE	35
LE THEATRE D'OMBRE.....	38
ILLUSIONS D'OPTIQUE (ŒIL / CERVEAU)	39
ILLUSIONS D'OPTIQUE (OBJETS)	40
HOLOGRAMMES	43
LES COLORANTS ALIMENTAIRES.....	44
LA LUMIERE NOTION ARTS PLASTIQUE / PHYSIQUE	47
LA MANIPULATION DE LA LUMIERE EN TANT QUE MATERIAU.	47
<u>POUR ALLER PLUS LOIN</u>	<u>49</u>
CONTENU SCIENTIFIQUE.....	49
ESCAPE ROOM.....	54
UN EXEMPLE DE MISE EN PLACE D'ESCAPE ROOM AU COLLEGE	54
<u>BIBLIOGRAPHIE.....</u>	<u>55</u>
<u>WEBOGRAPHIE</u>	<u>57</u>



Descriptif de l'exposition

Entrez dans la cité Luminopolis. Réolvez des énigmes et percez ses mystères pour vous en échapper !

Luminopolis est une cité savante qui a cristallisé en ses lieux toutes les connaissances sur la lumière. Organisée comme une véritable "Escape Room", les élèves pénétreront dans cette cité, mais ils ne pourront pas en ressortir sans faire preuve d'astuces et de curiosité pour en comprendre les mécanismes. Qu'est-ce que la lumière ? A-t-elle un rôle dans l'évolution de la vie ? Comment nous rythme-t-elle ? Comment la partageons-nous ?

Par petits groupes, les élèves devront résoudre le plus d'énigmes, pour accéder à la sortie.

C'est quoi un « escape game » ?

L'escape game, appelé aussi jeu d'évasion, est un nouveau type de loisir cérébral à vivre en équipe. C'est un espace dans lequel les participants ont un temps donné pour résoudre un certain nombre d'énigmes afin de pouvoir sortir du lieu. Les escapes games peuvent être joués de manière virtuelle au travers d'un jeu vidéo ou de manière tangible dans un véritable lieu. On parle d'escape room. Aujourd'hui, de plus en plus d'adresses proposent ce genre d'expérience.

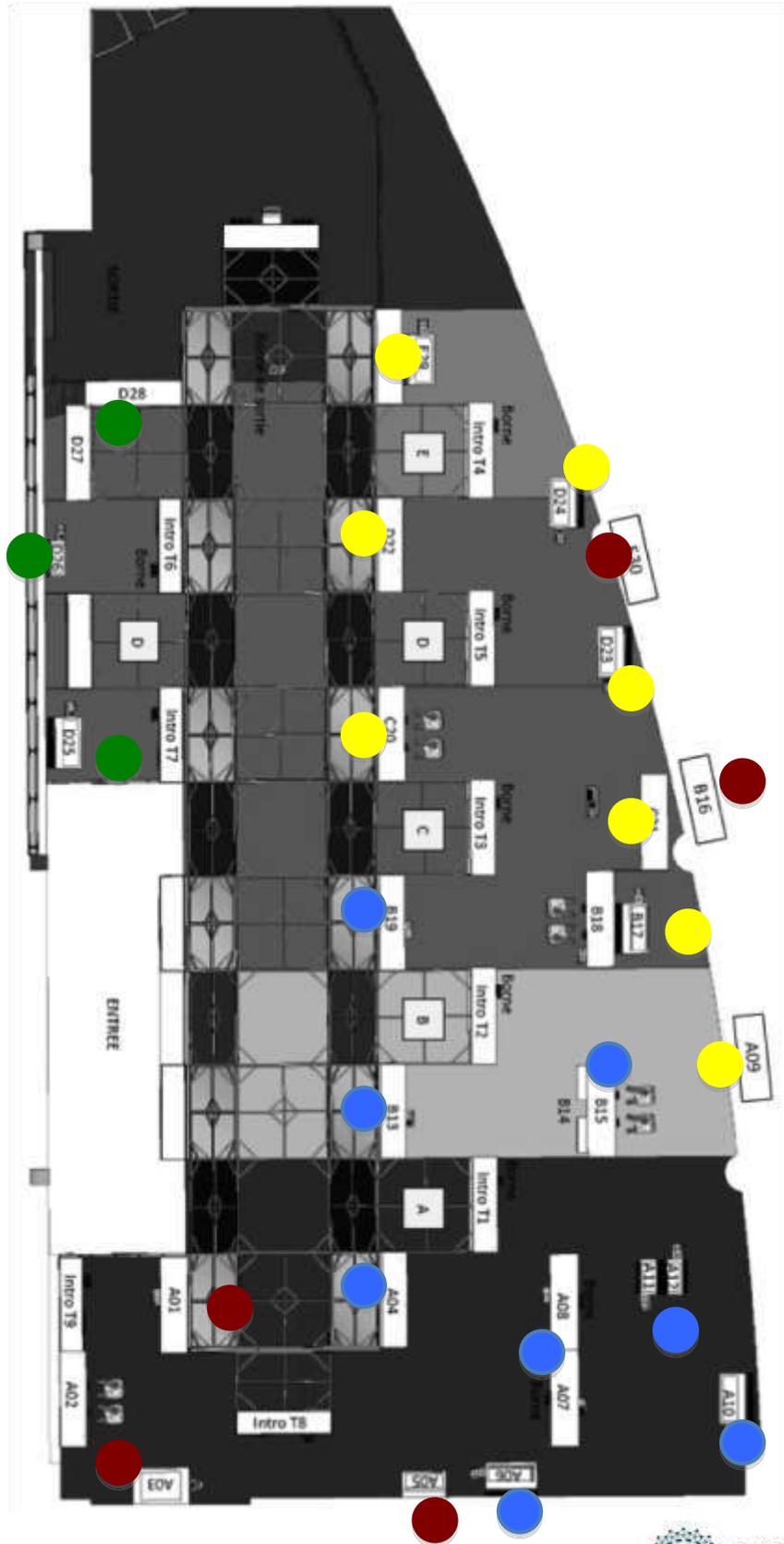
Un escape game pédagogique

Le fait de détourner le principe de l'escape game, au travers d'un jeu d'énigmes, nous permet d'explorer de nouveaux modes de transmission du savoir en s'intéressant d'avantage à la réception qu'à l'émission. Peu importe le chemin parcouru, c'est à l'élève de construire ce chemin. La démarche qui mène à la solution de chaque énigme passe par le questionnement et la collaboration ainsi que par une méthode d'essai-erreur. Ici les énigmes n'ont pas de consigne et les élèves, en équipe de 5, peuvent sélectionner les énigmes de leur choix parmi les 30 proposées (entre 8 et 15 énigmes résolues par heure de jeu). Les animateurs fonctionnent comme des « aides de jeux » et permettent de débloquer les situations en cas d'obstacles (toujours en plaçant le principe scientifique au cœur de la réflexion). Des panneaux jalonnent le parcours, explicitant les concepts scientifiques. Ils sont également un support à la résolution des énigmes. A l'issue de la visite, l'enseignant reçoit l'ensemble des résultats des équipes et un complément d'information pour exploiter en classe l'expérience vécue.

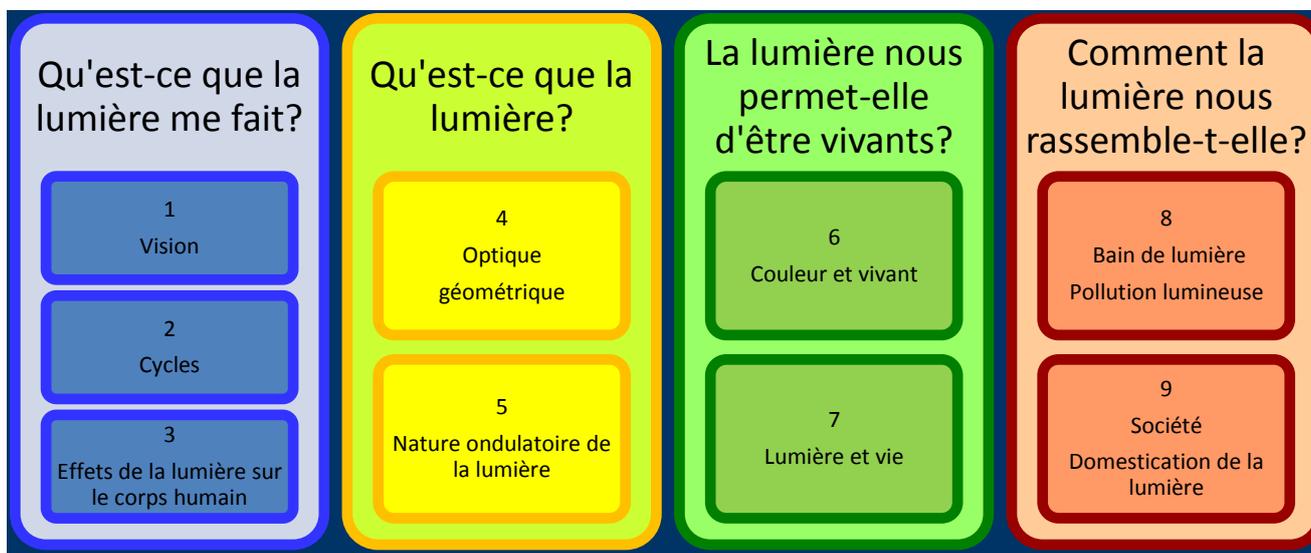
Compte C-You

C-You est un compte personnel accessible en ligne depuis le site de Cap Sciences. Grâce à ce compte, vous pouvez explorer différentes thématiques et relever de nombreux challenges selon vos centres d'intérêts. Vous accédez également à l'ensemble de vos contenus et contributions, avant, pendant ou après la visite. À l'issue de l'expérience luminopolis, vous retrouverez un bilan de visite avec les résultats de vos élèves sur le parcours ainsi que des contenus exploités durant la visite et pouvant être ré-exploités en classe

Plan de l'exposition



Parcours des élèves



Voici une description succincte et thématique de l'ensemble des énigmes présentes dans l'exposition Luminopolis. Ces énigmes sont classées par thème et un jeu de couleur décrit la difficulté.

Facile	Yellow
Moyen	Orange
Difficile	Pink

Ce que la lumière me fait.

1) Vision

Module		Notions	Activités
Lentilles A10		Comprendre que l'œil fonctionne comme une lentille optique.	Manipulation de lentilles optiques
Iris A04		Comprendre ce qu'est un iris	Observation d'objets / Recherche d'homonymes
Forme et couleur B13		Appréhender le fait qu'on distingue mieux les formes que les couleurs dans la pénombre.	Observation d'objets / Distinction forme couleur
Cônes A08		Comprendre pourquoi on distingue mieux les formes que les couleurs dans la pénombre.	Enigme audio / Recherche d'homonyme
Absorption A07		Comprendre que selon la couleur d'éclairage, un objet n'absorbe et ne réémet pas les mêmes ondes.	Observation d'objets / Distinction des couleurs
Synthèse additive A06		Comprendre le phénomène de synthèse additive.	Mélange et observation des couleurs (lumières)
Voir sans les yeux B14		Eveiller tous ses sens pour déchiffrer un message.	Rébus sensoriel



2) Cycle

Cycle circadien A11		Comprendre comment la lumière est impliquée dans la régulation de certaines fonctions vitales (Ordre chronologique des événements du quotidien / Différence entre nocturne et diurne
Cycle circadien A12			Ordre chronologie d'événements physiologiques
Levé de soleil B15		Comprendre que le cycle journalier est du à la rotation de la terre sur elle-même.	Observation avec un occulus
Saisons B18		Comprendre que les saisons sont dues à l'inclinaison de la terre et à la manière dont elle reçoit les rayons du soleil.	Observation avec un occulus



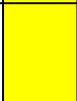
3) Effets de la lumière sur le corps humain

Effets délétères la lumière B19		Comprendre que la lumière peut avoir des effets néfastes dans certains cas.	Association d'objets et de personnages correspondant à une problématique
--	--	---	--



Qu'est-ce que la lumière ?

4) Optique géométrique

<p>Optique géométrique E29</p>	   	<p>Appréhender les lois de l'optique géométrique par la manipulation</p>	<p>Manipulation d'objets d'optique : loupe, miroir ...</p>
<p>Trajet lumière D23</p>		<p>Comprendre que le trajet de la lumière est rectiligne et qu'il peut être dévié</p>	<p>Manipulation de réflecteurs</p>
<p>Ombres D24</p>	   	<p>Comprendre qu'une ombre est une projection en 2D d'un volume en 3D.</p>	<p>Manipulation d'objets opaques</p>



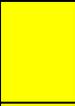
5) Nature ondulatoire de la lumière

Décomposition de la lumière C20		Comprendre la diffraction de la lumière.	Observation oculus
Invisible C21		Comprendre que l'on peut rendre visibles certaines ondes électromagnétiques grâce à des instruments spéciaux.	Manipulation de filtres / Observation
Spectre électromagnétique B17		Découvrir les différentes ondes électromagnétiques.	Association noms et longueurs d'ondes
Eclair A09		Découvrir des phénomènes naturels lumineux.	Observation
Polarisation D22		Comprendre que la lumière part dans tout les sens, mais que l'on peut lui donner une direction unique, c'est ce qu'on appelle la polarisation .	Manipulation de filtres



La lumière et le vivant

6) Couleur du vivant

Couleurs du vivant D26		Comprendre comment les animaux utilisent la lumière et les couleurs pour communiquer.	Association êtres vivants et rôles des couleurs
Bioluminescence D27		Découvrir comment les animaux produisent de la lumière et pourquoi.	Anagramme
Iridescence D28		Comprendre la différence entre une couleur structurale et une couleur pigmentaire.	Observation d'objets / Différenciation couleur structurale et pigmentaire



7) Lumière et vie



Photosynthèses D25		Aborder la photosynthèse et comment la lumière permet aux plantes de vivre et de produire de l'oxygène.	Formule chimique de la photosynthèse
------------------------------	---	---	--------------------------------------

La lumière que nous partageons

8) Bain de lumière et Pollution lumineuse

Pollution A05		Voir comment on peut adapter l'éclairage actuel à des contraintes économique et écologique.	Association nombres et données
Obscurité A01		Comprendre la nécessité de préserver les zones sombres.	Enigme audio
Galaxie B16		Reconnaître notre voie lactée comme une galaxie.	Observation

Dossier pédagogique



9) Société et domestication de la lumière

Eclairage A03		Aborder la chronologie de l'évolution des technologies liées à la lumière.	Ordre chronologique d'évènements
Incandescence E30		Reconnaître le principe d'incandescence au travers de 3 phénomènes.	Observation de vidéos
A02		Comprendre que les hommes ont inventés les constellations à partir des étoiles existantes.	Observation oculus

Proposition de parcours d'énigmes en fonction du niveau des élèves :

Cycle 2 CP CE1 CE2	A10	B13	B14	A11	B19	D23	D24	C21	D26	D27		
Cycle 3 CM1 CM2 6 ^{ème}	A06	B15	B18	B19	E29	D23	D24	C21	D26	D27	A01	A03
Cycle 4 5 ^{ème} 4 ^{ème} 3 ^{ème}	A07	A06	B18	E29	C21	B17	D28	D25	A05	A03		
Lycée	B13	A08	A12	E29	C21	B17	D22	D27	D28	D25	A05	A03

L'œuvre dans l'exposition



« Lux Aeterna » d'Adela Andea

Présentation de l'œuvre

- Avec la multiplication des écrans dans notre quotidien, la lumière est aujourd'hui un matériau visuel de transmission inhérent aux nouvelles technologies de communication. Elle véhicule de l'information et du sens. Partant de ce constat, Adela Andea en propose une interprétation dans laquelle elle explore la relation existant entre Nature et progrès technologique, en questionnant l'équilibre fragile entre ces deux entités.
- Son travail sculptural repose sur l'assemblage cohérent de matériaux synthétiques issus des productions de masse, de lumière et de couleurs, grâce auquel elle recrée la beauté de paysages naturels.
- Le titre de l'installation « Lux Aeterna » fait référence à un phénomène présent sur certaines surfaces situées aux extrémités polaires de la Lune et qui sont perpétuellement exposées à la lumière solaire. Cette source d'énergie lumineuse renouvelable à l'infini fut utilisée pour recharger les équipements lors des explorations spatiales des années 1970.
- Gaines électriques, câbles de raccordement, composants plastiques de tous genres Adela Andea manipule et associe chacun de ces éléments pour former une construction systémique qui confère une dimension organique à cet environnement artificiel. Un écosystème composé de plastique et de lumière qui fait de nous les explorateurs d'un univers sensoriel au chromatisme intense né d'une création ex nihilo. Une expérience immersive dans l'œuvre qui rappelle les environnements esthétiques d'Allan Kaprow, ou encore l'approche abstraite et picturale de l'utilisation du néon chez Keith Sonnier.

•A l'image d'un puissant siphon marin, ces gyres de matériaux hétéroclites agissent comme des vortex qui attireraient les résidus de notre société de (sur)consommation, interrogeant la durabilité des sociétés humaines, ainsi que notre relation au monde et aux objets, et ce qu'il en restera...

•Technique mixte, Dimensions variables, Production Zébra3 - 2015.

Biographie

•Adela Andea est née en 1976, à Timisoara dans l'est de la Roumanie et vit à Houston, au Texas. Elle a vécu sous l'oppression du régime communiste de Nicolae Ceausescu et fut témoin de la révolution roumaine de 1989 qui aboutit à la chute du régime totalitaire Roumain.

•Elle débute sa carrière artistique à l'adolescence avec l'obtention en 1994 de la médaille d'argent de la compétition internationale de Shankar à New Delhi, en Inde. Adela fréquente la Faculté de droit en Roumanie en 2009, puis est diplômée Major de promotion du programme de peinture de l'Université de Houston et poursuit ses études supérieures dans les nouveaux médias, l'histoire de l'art et l'art du leadership à l'Université de North au Texas.

•Après s'être installée aux États-Unis en 1999, elle participe à de nombreuses expositions en Californie, en Pennsylvanie, à New York, en Floride et au Texas. Son travail a été exposé à la première foire d'art contemporain de Houston, au Musée MADI et au prestigieux Art Miami. En 2011, elle présente une exposition personnelle à la Anya Tish Gallery à Houston, ainsi qu'à la Cris Worley Fine Arts in Dallas.

•Adela Andea est représentée par trois galeries : la Anya Tish Gallery à Houston, la Westwood Gallery à New York et la Cris Worley Fine Arts à Dallas.

Vocabulaire et mots clés

Lux æterna, : en latin lumière éternelle.

Approche systémique : le tout est, à la fois, plus et moins que la somme de ses parties. On ne peut connaître le tout et les parties sans les considérer dans leur ensemble.

Installation : résultat d'une combinaison de médias très divers (assemblage d'objets, de matériaux, d'appareils multimédia,...) réalisant un arrangement dont la durée est la plupart du temps éphémère. L'installation peut être conçue en fonction du lieu d'exposition (œuvre in situ) def Larousse « nouveau dictionnaire des artistes contemporains »2005

Immersion : le spectateur est enveloppé par l'œuvre, l'œuvre provoque une expérience sensitive qui englobe le corps.

Pictural : qui se rapporte à la peinture,déf,petit littré1991

Abstraction : art qui s'oppose aux représentations figuratives et narratives, elle résulte de formes expressives et non de formes représentatives.



Ecosystème : ensemble dynamique d'organismes vivants (plantes, animaux et micro-organismes) qui interagissent entre eux et avec le milieu (sol, climat, eau, lumière) dans lequel ils vivent.

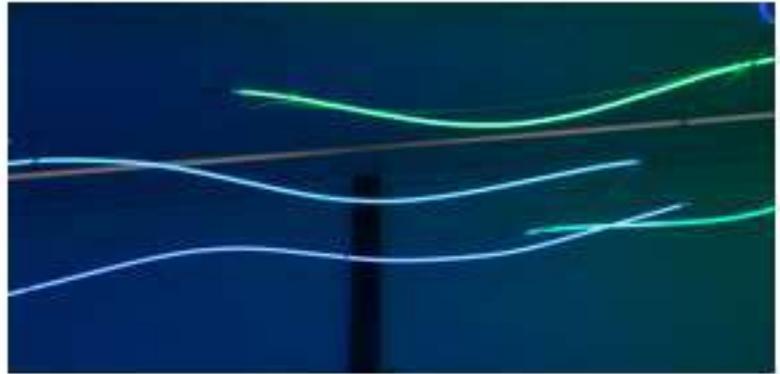
www.planete-sciences.org/enviro/archives/rnste6/ateliers/ecosystemes/ecosystemes.htm

Liens avec d'autres artistes

Keith Sonnier

<http://www.keithsonnier.net/>

Voir en particulier l'œuvre de 2015 - Light Works, Musée d'Art Moderne et Contemporain, Nice, France - left to right: "Passage Azur," in situ installation



Allan Kaprow

Plus particulièrement l'œuvre de la monumenta de 2011 au grand Palais pour la notion immersion.

<http://www.grandpalais.fr/fr/article/leviathan-extrait-du-film-le-monde-selon-anish-kapoor>

Leviathan. L'œuvre est une sculpture monumentale en PVC rouge gonflé, de 12 tonnes, d'une hauteur maximale de 35 m et d'un volume de 72 000 m³. La sculpture est composée de quatre espaces de forme sphérique ou ovoïde. Un seul de ces espaces est accessible au public, les trois autres sont seulement accessibles au regard. Les visiteurs pénètrent tout d'abord à l'intérieur de la sculpture, éclairée de l'extérieur. En sortant, ils ont la possibilité de la découvrir de l'extérieur, dans la nef du Grand Palais.



Liens aux programmes

Cycle 2

Enseignements artistiques

Compétences travaillées :

Expérimenter, produire, créer :

- S'approprier par les sens les éléments du langage plastique : matière, support, couleur...
- Observer les effets produits par ses gestes, par les outils utilisés.
- Tirer parti de trouvailles fortuites, saisir les effets du hasard.

La représentation du monde :

Prendre en compte l'influence des outils, supports, matériaux, gestes sur la représentation en deux et en trois dimensions.

L'expression des émotions :

Expérimenter les effets des couleurs, des matériaux, des supports... en explorant l'organisation et la composition plastiques.

La narration et le témoignage par les images :

Transformer ou restructurer des images ou des objets.

Enseignement moral et civique

Le jugement : penser par soi-même et avec les autres

Différencier son intérêt particulier de l'intérêt général

L'engagement : agir individuellement et collectivement

Respecter les engagements pris envers soi-même et envers les autres.

Réaliser un projet collectif

Questionner le monde



Connaître les caractéristiques du vivant, ses interactions, sa diversité
Reconnaître des comportements favorables à sa santé

Se repérer dans le temps et le représenter

Repérer et situer quelques événements dans un temps long

Comparer des modes de vie



Cycle 3

Arts plastiques

1) La représentation plastique et les dispositifs de présentation

Les différentes catégories d'images, leurs procédés de fabrication, leurs transformations

La narration visuelle

La mise en regard et en espace

La prise en compte du spectateur, de l'effet recherché

2) Les fabrications et la relation entre l'objet et l'espace

3) La matérialité de la production plastique et la sensibilité aux constituants de l'œuvre

La réalité concrète d'une production ou d'une œuvre

Les qualités physiques des matériaux

Les effets du geste et de l'instrument

La matérialité et la qualité de la couleur

Enseignement moral et civique

Le jugement : penser par soi-même et avec les autres

Différencier son intérêt personnel de l'intérêt collectif

L'engagement : agir individuellement et collectivement

S'engager dans la réalisation d'un projet collectif

Pouvoir expliquer ses choix et ses actes

Savoir participer et prendre sa place dans un groupe

Sciences et Technologie

Matière, mouvement, énergie, information



Identifier un signal et une information :

- Identifier différentes formes de signaux (sonores, lumineux, radio ...).
Nature d'un signal, nature d'une information, dans une application simple de la vie courante.

Le vivant, sa diversité et les fonctions qui le caractérisent

Décrire comment les êtres vivants se développent et deviennent aptes à se reproduire :

- Identifier et caractériser les modifications subies par un organisme vivant (naissance, croissance, capacité à se reproduire, vieillissement, mort) au cours de sa vie

Expliquer l'origine de la matière organique des êtres vivants et son devenir :

- Relier les besoins des plantes vertes et leur place particulière dans les réseaux trophiques.
Besoins des plantes vertes.

La planète Terre. Les êtres vivants dans leur environnement

Situer la Terre dans le système solaire et caractériser les conditions de la vie terrestre.

- Caractériser les conditions de vie sur Terre
- Décrire les mouvements de la Terre (rotation sur elle-même et alternance jour-nuit, autour du Soleil et cycle des saisons).

Identifier des enjeux liés à l'environnement

- Décrire un milieu de vie dans ses diverses composantes.
- Relier le peuplement d'un milieu et les conditions de vie.

Cycle 4

Arts plastiques

Le thème de la lumière permet de rentrer dans les 3 grandes questions du programme :

1) La représentation ; images, réalité et fiction

La création, la matérialité, le statut, la signification des images : l'appréhension et la compréhension de la diversité des images ; leurs propriétés plastiques, iconiques, sémantiques, symboliques ; les différences d'intention entre expression artistique et communication visuelle, entre œuvre et image d'œuvre.

2) La matérialité de l'œuvre ; l'objet et l'œuvre

La transformation de la matière.

Les qualités physiques des matériaux.

La matérialité et la qualité de la couleur.

3) L'œuvre, l'espace, l'auteur, le spectateur

La relation du corps à la production artistique.

La présence matérielle de l'œuvre dans l'espace, la présentation de l'œuvre.

L'expérience sensible de l'espace de l'œuvre.

Enseignement moral et civique

L'engagement : agir individuellement et collectivement

S'engager et assumer des responsabilités dans l'école et dans l'établissement.

Prendre en charge des aspects de la vie collective et de l'environnement et développer une conscience citoyenne, sociale et écologique.

Physique-Chimie

Des signaux pour observer et communiquer

Attendus de fin de cycle :

- Caractériser différents types de signaux (lumineux, sonores, radio...).
- Utiliser les propriétés de ces signaux.

Connaissances et compétences associées :**Signaux lumineux**

Distinguer une source primaire (objet lumineux) d'un objet diffusant.

Exploiter expérimentalement la propagation rectiligne de la lumière dans le vide et le modèle du rayon lumineux.

Utiliser l'unité « année lumière » comme unité de distance.

Lumière : sources, propagation, vitesse de propagation, année lumière. Modèle du rayon lumineux.

Signal et information

Comprendre que l'utilisation du son et de la lumière permet d'émettre, de transporter un signal donc une information

Sciences de la vie et de la Terre**La planète Terre, l'environnement et l'action humaine**Attendu de fin de cycle :

- Explorer et expliquer certains phénomènes géologiques liés au fonctionnement de la Terre.

Connaissances et compétences associées :

- La Terre dans le système solaire.
Expliquer quelques phénomènes géologiques à partir du contexte géodynamique global.

Le vivant et son évolutionAttendu de fin de cycle :

- Mettre en relation différents faits et établir des relations de causalité pour expliquer :
 - la nutrition des organismes,
 - la dynamique des populations,
 - la classification du vivant,
 - la biodiversité (diversité des espèces),
 - la diversité génétique des individus,
 - l'évolution des êtres vivants.

Connaissances et compétences associées :

- Relier les besoins des cellules d'une plante chlorophyllienne, les lieux de production ou de prélèvement de matière et de stockage et les systèmes de transport au sein de la plante.

Le corps humain et la santéAttendu de fin de cycle :

Expliquer quelques processus biologiques impliqués dans le fonctionnement de l'organisme humain, jusqu'au niveau moléculaire : activités musculaire, nerveuse et cardio-vasculaire, activité cérébrale, alimentation et digestion, relations avec le monde microbien, reproduction et sexualité.

Connaissances et compétences associées :

Mettre en évidence le rôle du cerveau dans la réception et l'intégration d'informations multiples.

EPI



Culture et création artistiques

En lien avec les arts plastiques, l'éducation musicale, les SVT : **Son et lumière** : sources, propagation, vitesse.

En lien avec les arts plastiques, les SVT, les mathématiques : **Lumière et arts** : illusion d'optiques, trompe-l'œil, camera obscura, vitrail (de la lumière blanche aux lumières colorées).

En lien avec les arts plastiques, l'histoire des arts, le français. : **Chimie et arts** : couleur et pigments, huiles et vernis, restauration d'œuvres d'art.

En lien avec les arts plastiques, l'éducation musicale, la physique chimie : **Sens et perceptions**, fonctionnement des organes sensoriels et du cerveau, relativité des perceptions ; jardin des cinq sens ; propagation de la lumière, couleurs ; défauts de vision et création artistique

HS 4	COMMENT PEUT-ON ADAPTER SA VISION ?	Cycle terminal Tronc commun
1. Comment peut-on améliorer sa vision ?		
Capacités	Connaissance	Exemple d'activités
<p>Identifier une lentille convergente.</p> <p>Déterminer expérimentalement le foyer image d'une lentille convergente et sa distance focale.</p> <p>Réaliser un montage en étant capable de positionner une lentille convergente par rapport à un objet pour obtenir une image nette sur l'écran. Déterminer, à l'aide d'un tracé à l'échelle, la position et la grandeur de l'image réelle d'un objet réel à travers une lentille convergente. Appliquer les relations de conjugaison et de grandissement.</p>	<p>Savoir que l'œil peut être modélisé par : -une lentille mince convergente ; -un diaphragme ; -un écran adapté. Connaître : -les éléments remarquables d'une lentille mince convergente (axe optique, centre optique O, foyer principal objet F, foyer principal image F', distance focale) ; -le symbole d'une lentille convergente. Savoir que la vergence caractérise une lentille mince.</p> <p>Savoir que la vergence est reliée à la distance focale par une relation (formule et unités données). Connaître la différence entre une image réelle et une image virtuelle.</p>	<p>Réalisation d'une modélisation de l'œil à l'aide du matériel optique : banc optique, lentille mince convergente, diaphragme, écran. Etude expérimentale des formules de conjugaison. Etude documentaire : phénomène d'accommodation ; rôle du cristallin, de la cornée et de l'humeur vitrée, distances maximale et minimale de vision nette, mise en relation entre l'acuité visuelle et la vergence , ...</p>
2. Pourquoi faut-il se protéger les yeux des rayons du soleil ?		
Capacités	Connaissance	Exemple d'activités
<p>Mesurer l'éclairement à l'aide d'un luxmètre.</p> <p>Positionner un rayonnement monochromatique sur une échelle fournie.</p>	<p>Savoir que : -la lumière blanche est la superposition de radiations lumineuses de couleurs différentes ; -chaque radiation se caractérise par sa longueur d'onde ; -il existe différents types de rayonnements (IR, visible, UV) ; -les radiations de longueurs d'onde du domaine UV sont dangereuses pour l'œil.</p>	<p>Utilisation d'un luxmètre. Dispersion de la lumière par un prisme. Synthèse additive et soustractive de la lumière. Filtre monochrome. Analyse de la courbe de sensibilité spectrale de l'œil. Dangers comparés des UVA, UVB, UVC. Protection de l'œil (lunettes de soleil)</p>



SL 1	COMMENT DEVIER LA LUMIERE ?	Cycle terminal Tronc commun
1. Quel est le comportement de la lumière traversant des milieux transparents de natures différentes ?		
Capacités	Connaissances	Exemples d'activités
Vérifier expérimentalement les lois de la réflexion et de la réfraction. Déterminer expérimentalement l'angle limite de réfraction et vérifier expérimentalement la réflexion totale. Déterminer expérimentalement la déviation d'un rayon lumineux traversant une lame à faces parallèles et un prisme.	Connaître les lois de la réflexion et de la réfraction. Savoir que la réfringence d'un milieu est liée à la valeur de son indice de réfraction. Connaître les conditions d'existence de l'angle limite de réfraction et du phénomène de réflexion totale.	Description, à l'aide du tracé des rayons, du parcours de la lumière dans une lame à faces parallèles, dans un prisme... Détermination expérimentale de l'indice de réfraction d'une substance à partir de l'angle limite de réfraction. Recherche historique sur Descartes.
2. Comment une fibre optique guide-t-elle la lumière ?		
Connaissances	Connaissances	Exemples d'activités
Etudier expérimentalement les conditions de propagation d'un rayon lumineux dans une fibre optique. Décrire, à l'aide d'un schéma, le chemin de la lumière dans une fibre optique.	Associer phénomène de réflexion totale et fonctionnement d'une fibre optique. Distinguer fibres optiques à saut d'indice et à gradient d'indice.	Recherche documentaire sur l'application des fibres optiques. Réalisation d'une fontaine lumineuse. Utilisation de la relation $n \sin \theta < \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$ pour déterminer « l'ouverture numérique d'une fibre ».



SL 4	COMMENT VOIR CE QUI EST FAIBLEMENT VISIBLE A L'ŒIL NU ?	Cycle terminal Tronc commun
1. Comment obtient-on une image à l'aide d'une lentille convergente ?		
Capacités	Connaissances	Exemples d'activités
<p>Identifier une lentille convergente.</p> <p>Déterminer expérimentalement le foyer image d'une lentille convergente et sa distance focale.</p> <p>Réaliser un montage en étant capable de positionner une lentille convergente par rapport à un objet pour obtenir une image nette sur l'écran.</p> <p>Déterminer, à l'aide d'un tracé à l'échelle, la position et la grandeur de l'image réelle d'un objet réel à travers une lentille convergente.</p> <p>Appliquer les relations de conjugaison et de grandissement.</p>	<p>Connaître : -les éléments remarquables d'une lentille mince convergente (axe optique, centre optique O, foyer principal objet F, foyer principal image F', distance focale) ; -le symbole d'une lentille convergente.</p> <p>Savoir que la vergence caractérise une lentille mince.</p> <p>Savoir que la vergence est reliée à la distance focale par une relation (formule et unités données). Connaître la différence entre une image réelle et une image virtuelle.</p>	<p>Recherche des foyers images et objet d'une lentille convergente. Utilisation d'un logiciel permettant de construire l'image d'un objet, de visualiser la position et la taille de l'image en fonction de la position de l'objet.</p>
2. Comment voir des petits objets ?		
Capacités	Connaissances	Exemples d'activités
<p>Exploiter un montage permettant d'illustrer l'influence de la distance focale sur le grossissement d'une loupe.</p>	<p>Savoir qu'une loupe est une lentille convergente. Savoir que pour utiliser une loupe, il faut que l'objet étudié se trouve à une distance de la lentille inférieure à la distance focale.</p> <p>Savoir que l'image donnée par une loupe est une image virtuelle.</p>	<p>Comparaison du grossissement de différents instruments d'optique. Utilisation de logiciels de construction et/ou de simulation</p>



SL 5	POURQUOI LES OBJETS SONT-ILS COLORÉS ?	Cycle terminal Spécialité
1. Comment obtenir les couleurs de l'arc en ciel ?		
Capacités	Connaissances	Exemples d'activités
Réaliser la décomposition de la lumière blanche par un prisme et sa recombinaison. Utiliser un spectroscopie à réseau. Positionner un rayonnement monochromatique sur une échelle de longueurs d'onde fournie.	Savoir que la lumière blanche est composée de rayonnements de différentes longueurs d'onde. Savoir qu'un rayonnement monochromatique est caractérisé par sa longueur d'onde.	Recherche documentaire sur l'histoire de l'optique (Isaac Newton), la formation de l'arc en ciel... Comparaison expérimentale du spectre lumineux de différentes sources lumineuses.
2. Comment produit-on des images colorées sur un écran?		
Capacités	Connaissances	Exemples d'activités
Réaliser une synthèse additive des couleurs.	Savoir que 3 lumières monochromatiques suffisent pour créer toutes les couleurs.	Utiliser un logiciel dédié à la synthèse des couleurs.
3. Comment produit-on des images colorées sur une affiche?		
Capacités	Connaissances	Exemples d'activités
Réaliser une synthèse soustractive des couleurs. Réaliser une expérience mettant en évidence l'effet d'un filtre monochrome.	Savoir que la couleur d'une affiche dépend de la composition spectrale de l'éclairage. Savoir expliquer, à l'aide de l'absorption et de la diffusion de certaines radiations lumineuses, la couleur d'un pigment éclairé en lumière blanche	Exemples d'applications de la synthèse soustractive (imprimante, photographie, ...)

Bulletin officiel spécial n° 9 du 30 septembre 2010

Architecture des programmes du cycle terminal

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

Observer : l'Homme reçoit du monde matériel un ensemble d'informations sous forme d'énergie transportée par des ondes et des particules. La lumière en constitue la forme la plus immédiate et répandue, l'œil le premier instrument, la vision la première sensation, avec les images et leurs couleurs. Ce premier abord de la réalité montre déjà qu'il n'existe pas d'observation a priori, sans un cadre conceptuel qui lui donne sens, ni un instrument de réception et d'analyse. Dans cette partie du programme centrée sur le recueil des informations, la démarche scientifique montre déjà sa globalité et sa subtilité

Observer : couleurs et images

La partie « observation » est effectivement réservée à la partie visible du spectre électromagnétique, qui constitue la source des phénomènes physiques les plus immédiatement perceptibles.

La couleur est en premier lieu pour l'Homme un phénomène d'origine physiologique lié à l'œil, ce qui justifie l'abord du thème : « couleur, vision, image ».

L'étude des sources de lumière permet une explication physique de la couleur. C'est le thème « sources de lumière colorée ».

Empiriquement d'abord, plus rationnellement ensuite, l'Homme a appris à isoler puis à créer des « matières colorées », troisième thème de cette partie.

Le professeur traite les trois thèmes dans l'ordre de son choix, attendu que la démarche scientifique est à l'œuvre entre les trois ou au sein de chacun d'eux. Le professeur peut aussi choisir de faire un « détour » par les autres parties « Comprendre » et « Agir », par exemple dans une succession : matières colorées - transformations de la matière (réactions chimiques) - synthèse de molécules, fabrication de nouveaux matériaux.



OBSERVER Couleurs et images Comment l'œil fonctionne-t-il ? D'où vient la lumière colorée ? Comment créer de la couleur ?	
Notions et contenus	Compétences attendues
Couleur, vision et image	
<p>L'œil : modèle de l'œil réduit. Lentilles minces convergentes : images réelle et virtuelle. Distance focale, vergence. Relation de conjugaison ; grandissement. Accommodation. Fonctionnements comparés de l'œil et d'un appareil photographique. Couleur des objets. Synthèse additive, synthèse soustractive. Absorption, diffusion, transmission. Vision des couleurs et trichromie. Daltonisme. Principe de la restitution des couleurs par un écran plat (ordinateur, téléphone portable, etc.).</p>	<p>Décrire le modèle de l'œil réduit et le mettre en correspondance avec l'œil réel. Déterminer graphiquement la position, la grandeur et le sens de l'image d'un objet-plan donnée par une lentille convergente. Modéliser le comportement d'une lentille mince convergente à partir d'une série de mesures. Utiliser les relations de conjugaison et de grandissement d'une lentille mince convergente. Modéliser l'accommodation du cristallin. Pratiquer une démarche expérimentale pour comparer les fonctionnements optiques de l'œil et de l'appareil photographique. Interpréter la couleur observée d'un objet éclairé à partir de celle de la lumière incidente ainsi que des phénomènes d'absorption, de diffusion et de transmission. Utiliser les notions de couleur blanche et de couleurs complémentaires. Prévoir le résultat de la superposition de lumières colorées et l'effet d'un ou plusieurs filtres colorés sur une lumière incidente. Pratiquer une démarche expérimentale permettant d'illustrer et comprendre les notions de couleurs des objets. Distinguer couleur perçue et couleur spectrale. Recueillir et exploiter des informations sur le principe de restitution des couleurs par un écran plat.</p>
Sources de lumière colorée	
<p>Différentes sources de lumière : étoiles, lampes variées, laser, DEL, etc. Domaines des ondes électromagnétiques. Couleur des corps chauffés. Loi de Wien. Interaction lumière-matière : émission et absorption. Quantification des niveaux d'énergie de la matière. Modèle corpusculaire de la lumière : le photon. Énergie d'un photon. Relation $E = h\nu$ dans les échanges d'énergie. Spectre solaire.</p>	<p>Distinguer une source polychromatique d'une source monochromatique caractérisée par une longueur d'onde dans le vide. Connaître les limites en longueur d'onde dans le vide du domaine visible et situer les rayonnements infrarouges et ultraviolets. Exploiter la loi de Wien, son expression étant donnée. Pratiquer une démarche expérimentale permettant d'illustrer et de comprendre la notion de lumière colorée. Interpréter les échanges d'énergie entre lumière et matière à l'aide du modèle corpusculaire de la lumière. Connaître les relations $\lambda = c/\nu$ et $E = h\nu$ et les utiliser pour exploiter un diagramme de niveaux d'énergie. Expliquer les caractéristiques (forme, raies) du spectre solaire.</p>
Matières colorées	
<p>Synthèse soustractive. Colorants, pigments ; extraction et synthèse. Réaction chimique : réactif limitant, stœchiométrie, notion d'avancement.</p>	<p>Interpréter la couleur d'un mélange obtenu à partir de matières colorées. Pratiquer une démarche expérimentale mettant en œuvre une extraction, une synthèse, une chromatographie. Identifier le réactif limitant, décrire quantitativement l'état final d'un système</p>

<p>Dosage de solutions colorées par étalonnage. Loi de Beer-Lambert.</p>	<p>chimique. Interpréter en fonction des conditions initiales la couleur à l'état final d'une solution siège d'une réaction chimique mettant en jeu un réactif ou un produit coloré. Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la concentration d'une espèce colorée à partir d'une courbe d'étalonnage en utilisant la loi de Beer-Lambert</p>
<p>Molécules organiques colorées : structures moléculaires, molécules à liaisons conjuguées. Indicateurs colorés. Liaison covalente. Formules de Lewis ; géométrie des molécules. Rôle des doublets non liants. Isomérie Z/E.</p>	<p>Savoir que les molécules de la chimie organique sont constituées principalement des éléments C et H. Reconnaître si deux doubles liaisons sont en position conjuguée dans une chaîne carbonée. Établir un lien entre la structure moléculaire et le caractère coloré ou non coloré d'une molécule. Repérer expérimentalement des paramètres influençant la couleur d'une substance (pH, solvant, etc.). Décrire à l'aide des règles du « duet » et de l'octet les liaisons que peut établir un atome (C, N, O, H) avec les atomes voisins. Interpréter la représentation de Lewis de quelques molécules simples. Mettre en relation la formule de Lewis et la géométrie de quelques molécules simples. Prévoir si une molécule présente une isomérie Z/E. Savoir que l'isomérisation photochimique d'une double liaison est à l'origine du processus de la vision. Mettre en œuvre le protocole d'une réaction photochimique. Utiliser des modèles moléculaires et des logiciels de modélisation. Recueillir et exploiter des informations sur les colorants, leur utilisation dans différents domaines, et les méthodes de détermination des structures (molécules photochromes, indicateurs colorés, peintures, etc.).</p>

Classe de Terminale S

Bulletin officiel spécial n° 8 du 13 octobre 2011

Ondes et particules

Notions et contenus	Compétences exigibles
<p>Rayonnements dans l'Univers Absorption de rayonnements par l'atmosphère terrestre.</p>	<p>Extraire et exploiter des informations sur l'absorption de rayonnements par l'atmosphère terrestre et ses conséquences sur l'observation des sources de rayonnements dans l'Univers. Connaître des sources de rayonnement radio, infrarouge et ultraviolet.</p>
<p>Détecteurs d'ondes (mécaniques et électromagnétiques) et de particules (photons, particules élémentaires ou non).</p>	<p>Extraire et exploiter des informations sur : - des sources d'ondes et de particules et leurs utilisations ; - un dispositif de détection. Pratiquer une démarche expérimentale mettant en œuvre un capteur ou un dispositif de détection.</p>

Caractéristiques et propriétés des ondes

Notions et contenus	Compétences exigibles
<p>Propriétés des ondes</p> <p>Diffraction. Influence relative de la taille de l'ouverture ou de l'obstacle et de la longueur d'onde sur le phénomène de diffraction.</p> <p>Cas des ondes lumineuses monochromatiques, cas de la lumière blanche.</p> <p>Interférences.</p> <p>Cas des ondes lumineuses monochromatiques, cas de la lumière blanche. Couleurs interférentielles.</p> <p>Effet Doppler.</p>	<p>Savoir que l'importance du phénomène de diffraction est liée au rapport de la longueur d'onde aux dimensions de l'ouverture ou de l'obstacle. Connaître et exploiter la relation $\sin \theta = \lambda/a$.</p> <p>Identifier les situations physiques où il est pertinent de prendre en compte le phénomène de diffraction. Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier ou utiliser le phénomène de diffraction dans le cas des ondes lumineuses.</p> <p>Connaître et exploiter les conditions d'interférences constructives et destructives pour des ondes monochromatiques. Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier quantitativement le phénomène d'interférence dans le cas des ondes lumineuses.</p> <p>Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour mesurer une vitesse en utilisant l'effet Doppler. Exploiter l'expression du décalage Doppler de la fréquence dans le cas des faibles vitesses.</p> <p>Utiliser des données spectrales et un logiciel de traitement d'images pour illustrer l'utilisation de l'effet Doppler comme moyen d'investigation en astrophysique.</p>

Analyse spectrale

Notions et contenus	Compétences exigibles

<p>Spectres UV-visible</p> <p>Lien entre couleur perçue et longueur d'onde au maximum d'absorption de substances organiques ou inorganiques.</p>	<p>Mettre en œuvre un protocole expérimental pour caractériser une espèce colorée. Exploiter des spectres UV-visible.</p>
--	---

Énergie, matière et rayonnement

Notions et contenus	Compétences exigibles
<p>Transferts quantiques d'énergie</p> <p>Émission et absorption quantiques. Émission stimulée et amplification d'une onde lumineuse. Oscillateur optique : principe du laser.</p> <p>Transitions d'énergie : électroniques, vibratoires.</p>	<p>Connaître le principe de l'émission stimulée et les principales propriétés du laser (directivité, monochromaticité, concentration spatiale et temporelle de l'énergie). Mettre en œuvre un protocole expérimental utilisant un laser comme outil d'investigation ou pour transmettre de l'information.</p> <p>Associer un domaine spectral à la nature de la transition mise en jeu.</p>
<p>Dualité onde-particule</p> <p>Photon et onde lumineuse.</p> <p>Particule matérielle et onde de matière ; relation de de Broglie.</p> <p>Interférences photon par photon, particule de matière par particule de matière.</p>	<p>Savoir que la lumière présente des aspects ondulatoire et particulaire.</p> <p>Extraire et exploiter des informations sur les ondes de matière et sur la dualité onde-particule. Connaître et utiliser la relation $p = h/\lambda$. Identifier des situations physiques où le caractère ondulatoire de la matière est significatif.</p> <p>Extraire et exploiter des informations sur les phénomènes quantiques pour mettre en évidence leur aspect probabiliste.</p>

Agir Défis du XXIème siècle

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

Transmettre et stocker de l'information

Notions et contenus	Compétences exigibles

<p>Images numériques</p> <p>Caractéristiques d'une image numérique : pixellisation, codage RVB et niveaux de gris.</p>	<p>Associer un tableau de nombres à une image numérique.</p> <p>Mettre en œuvre un protocole expérimental utilisant un capteur (caméra ou appareil photo numériques par exemple) pour étudier un phénomène optique.</p>
--	---

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

Spécialité en terminale S

Programme Observer Ondes et matière Les ondes et les particules sont supports d'informations. Comment les détecte-t-on ? Quelles sont les caractéristiques et les propriétés des ondes ?

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

Ondes et particules

Notions et contenus	Compétences exigibles
<p>Rayonnements dans l'Univers Absorption de rayonnements par l'atmosphère terrestre.</p>	<p>Extraire et exploiter des informations sur l'absorption de rayonnements par l'atmosphère terrestre et ses conséquences sur l'observation des sources de rayonnements dans l'Univers. Connaître des sources de rayonnement radio, infrarouge et ultraviolet.</p>
<p>Les ondes dans la matière Houle, ondes sismiques, ondes sonores. Magnitude d'un séisme sur l'échelle de Richter. Niveau d'intensité sonore.</p>	<p>Extraire et exploiter des informations sur les manifestations des ondes mécaniques dans la matière. Connaître et exploiter la relation liant le niveau d'intensité sonore à l'intensité sonore.</p>



<p>Détecteurs d'ondes (mécaniques et électromagnétiques) et de particules (photons, particules élémentaires ou non).</p>	<p>Extraire et exploiter des informations sur : - des sources d'ondes et de particules et leurs utilisations ; - un dispositif de détection. Pratiquer une démarche expérimentale mettant en œuvre un capteur ou un dispositif de détection.</p>
--	--

Caractéristiques et propriétés des ondes Notions et contenus Compétences exigibles
Caractéristiques des ondes Ondes progressives. Grandeurs physiques associées. Retard.

Ondes progressives périodiques, ondes sinusoïdales.

Ondes sonores et ultrasonores. Analyse spectrale. Hauteur et timbre.

Définir une onde progressive à une dimension. Connaître et exploiter la relation entre retard, distance et vitesse de propagation (célérité). Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier qualitativement et quantitativement un phénomène de propagation d'une onde.

Définir, pour une onde progressive sinusoïdale, la période, la fréquence et la longueur d'onde. Connaître et exploiter la relation entre la période ou la fréquence, la longueur d'onde et la célérité. Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la période, la fréquence, la longueur d'onde et la célérité d'une onde progressive sinusoïdale.

Réaliser l'analyse spectrale d'un son musical et l'exploiter pour en caractériser la hauteur et le timbre.

Propriétés des ondes Diffraction. Influence relative de la taille de l'ouverture ou de l'obstacle et de la longueur d'onde sur le phénomène de diffraction.

Cas des ondes lumineuses monochromatiques, cas de la lumière blanche.

Interférences.

Cas des ondes lumineuses monochromatiques, cas de la lumière blanche. Couleurs interférentielles.

Effet Doppler.

Savoir que l'importance du phénomène de diffraction est liée au rapport de la longueur d'onde aux dimensions de l'ouverture ou de l'obstacle. Connaître et exploiter la relation $\theta = \lambda / a$. Identifier les situations physiques où il est pertinent de prendre en compte le phénomène de diffraction. Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier ou utiliser le phénomène de diffraction dans le cas des ondes lumineuses.

Connaître et exploiter les conditions d'interférences constructives et destructives pour des ondes monochromatiques. Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier quantitativement le phénomène d'interférence dans le cas des ondes lumineuses.



Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour mesurer une vitesse en utilisant l'effet Doppler. Exploiter l'expression du décalage Doppler de la fréquence dans le cas des faibles vitesses. Utiliser des données spectrales et un logiciel de traitement d'images pour illustrer l'utilisation de l'effet Doppler comme moyen d'investigation en astrophysique.

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

Activité pour la classe

Ombre et lumière

Objectif : Comprendre comment se crée une ombre.

Niveau : Cycle 2

Matériel : Videoprojecteur, source lumineuse produite sur l'écran (elle doit dessiner un rectangle suffisamment grand et doit toucher le sol).

Le jeu avec les ombres est l'occasion de proposer aux enfants les premières notions simples sur la lumière. L'objectif principal est de faire comprendre, en observant l'ombre des objets ou celle de son propre corps que ce n'est pas un phénomène magique ni mystérieux. Il s'agit de découvrir au moyen de petites observations vécues que la lumière ne disparaît pas spontanément et que l'ombre résulte de l'absence de lumière. Pour démystifier les ombres les enfants doivent reconnaître clairement : le projecteur comme la source de lumière, l'écran comme la surface qui reçoit cette lumière, le corps placé devant la source comme un obstacle qui en s'interposant entre la source et l'écran arrête la lumière. L'ombre s'explique alors plus simplement par le fait que derrière l'obstacle opaque il n'y a plus de lumière ou qu'il y en a moins. C'est cette absence qui dessine les contours du corps qui apparaît par contraste avec la zone éclairée. C'est la notion que l'enfant devrait tirer de son expérience. Pour cela plusieurs expériences et observations guidées peuvent aider l'enfant à la compréhension du phénomène. Tout d'abord, présenter l'activité comme un jeu qui va permettre de comprendre ce qu'est une ombre, comment elle se forme ou disparaît, comment elle se déplace, change de taille et bouge en même temps que le corps. Ensuite, on peut consacrer une ou deux minutes aux représentations initiales de certains enfants du groupe qui vont vouloir rapidement exprimer leurs idées sur le phénomène. Cette entrée en matière permet de commencer l'activité en posant des questions pour définir et pour montrer les éléments de la salle et leur fonction.

Qu'est-ce qu'une ombre ?

« Que faut-il pour faire une ombre ? » Une ombre se forme avec : une source de lumière : projecteur ou ampoule, un écran pour supporter l'ombre et un objet non transparent / opaque pour faire une ombre.

Opaque / Transparent

« Quelle est la différence entre un objet opaque et transparent ? » On peut voir à travers un objet transparent parce qu'il laisse passer la lumière. On ne peut pas voir à travers un objet opaque parce qu'il ne se laisse pas traverser par la lumière. Montrer trois exemples : un plexi, le corps humain... Opaque ou transparent ? Utiliser plusieurs exemples pour bien s'assurer que la notion est comprise en insistant sur l'idée « laisser ou ne pas laisser passer la lumière » plutôt que « voir à travers ».

Entre la source et l'écran :

« Où faut-il se placer pour voir une ombre sans imprimer la sienne ? » Les enfants s'assoient pour l'observation. Projeter plusieurs images type diapo sur l'écran. Interposer ensuite un élève debout, les images se projettent sur lui. Les observateurs peuvent constater qu'il devient une sorte « d'écran vivant », qu'il peut se déplacer pour capter différents motifs ou des zones précises de l'image. On peut lui demander de capter sur sa main par exemple la lumière d'un endroit particulier de l'image projetée. « Pourquoi l'image se projette-t-elle sur le corps de votre camarade ? » Il s'est placé devant le projecteur sur le trajet de la lumière. Son corps est devenu l'écran de projection. On reprend l'observation de « l'écran vivant » avec un autre élève et cette fois, dans le même temps, le groupe observe l'ombre projetée sur l'écran à l'arrière plan. A la place de la lumière projetée sur l'élève, on peut observer son ombre sur l'écran et comprendre la complémentarité de l'image sur les deux supports.

Plusieurs questions demandant des réponses simples peuvent alors aider le raisonnement pour la compréhension du phénomène :

- « Qu'y a-t-il derrière votre camarade ? » Son ombre, c'est lui qui la forme il ne peut donc pas s'en détacher.
- « Pourquoi ne voit-on pas l'image de la diapositive sur l'écran à l'endroit de son corps ? » Parce que l'image se projette sur lui en avant de l'écran.
- « Pourquoi y a-t-il son ombre sur l'écran à la place de l'image ? » Parce qu'il a arrêté la lumière venant du projecteur.
- « Pourquoi cette ombre est-elle apparue ? » Cette ombre noire ou sombre correspond à l'absence de lumière sur l'écran.
- « Pourquoi l'ombre se détache-t-elle nettement sur l'écran ? » Parce qu'il y a de la lumière autour d'elle qui fait apparaître un contraste.
- « Comment faire disparaître cette ombre ? » Eteindre le projecteur, allumer la lumière de la pièce, la lumière est partout. Eteindre la lumière quelques instants et constater que l'ombre est partout.

De David à Goliath Un temps de découverte libre permet à chaque enfant tout en passant devant la source lumineuse de voir son ombre projetée sur l'écran en face. Il pourra ici s'accroupir, se détendre, sauter, agiter les bras et observer le double de lui même. Observer, certaines idées spontanées pourront être reprises pour la suite de l'activité. On leur propose un jeu sur la distance à la source. On se place alors à un endroit proche de l'écran et demande à des enfants de faire en sorte que leur ombre est la même taille que la nôtre.

Danser plus vite que son ombre : c'est impossible, l'ombre est une image du corps elle bouge tout le temps en même temps que lui. Des enfants sont invités à s'agiter entre la source et l'écran. Les autres observent et doivent juger si quelqu'un arrive à danser plus vite que son ombre.

Musée des anatomies bizarres : Plusieurs corps entre la source lumineuse et l'écran. Possibilité de faire des enfants à deux têtes, six bras, cinq jambes. Comprendre qu'il faut s'intercaler.

En immersion : Projection d'images polysémiques d'environnements. Ces images ont pour but de créer des situations d'expression corporelle suggérée par le contenu. Les enfants sont invités à s'intégrer dans la scène par groupe de 5 à chaque image. Une image sous marine pour nager au milieu des poissons. Un feu pour le traverser. Une image du ciel pour voler au travers des nuages. Un décor de rue avec des piétons qui passent pour marcher avec eux. Un groupe de musique pour devenir le guitariste ou tout autre type de musicien. Les enfants sont invités à réagir à la photo en



fonction de ce que les images leur évoquent. La verbalisation de leur expérience vécue est un objectif en soi.

1,2,3 OMBRE : Les objectifs sont de reconnaître ses camarades par la simple observation de leur ombre et de maintenir son corps dans une position d'équilibre. Les enfants sont séparés en deux. Un groupe devant le rideau qui juge qui bouge et un groupe derrière qui doit se tenir en équilibre à l'arrêt.. Sur le principe du jeu « 1,2,3 soleil » des enfants doivent partir du fond de la salle pour toucher le rideau. A la fin de chaque reprise en chœur du « 1,2,3 ombre » les enfants ne doivent plus bouger et se figer dans une position. Ceux qui bougent si ils sont identifiés par leur ombre sont éliminés et viennent rejoindre le groupe devant le rideau. Le jeu se finit s'il n'en reste qu'un derrière le rideau ou au premier qui touche le rideau.



Le théâtre d'ombre

Domaines : Arts visuels, EPS, Sciences

Niveau : cycle 2 – cycle 3

Objectif : Connaître et utiliser le théâtre d'ombre comme support de création

Raconter avec les ombres

Séance pédagogique issue du parcours pédagogique « Ombres et lumières » proposé par l'Université POPulaire des Images

Séance 7 - Raconter avec des ombres

Capable de raconter des histoires avec des images, le cinéma est un cousin du théâtre d'ombres, qui est une source d'inspiration pour certains cinéastes d'animation.

Le théâtre d'ombres

Le théâtre d'ombres consiste à rétroprojeter sur l'envers d'un écran des ombres produites par des silhouettes placées dans un faisceau lumineux.

Voici quelques extraits d'un spectacle utilisant cette technique, et un petit film qui retrace le déroulement d'un atelier de théâtre d'ombres mené avec des enfants.

<http://upopi.ciclic.fr/transmettre/parcours-pedagogiques/ombres-et-lumiere/seance-7-raconter-avec-des-ombres>

Théâtre d'ombre

Séance pédagogique proposée par la main à la pâte issue d'un projet pédagogique ayant pour objectif la mise en œuvre de l'étude des ombres et de la lumière dans des classes de CP et CE1.

FONDATION La main à la pâte

Qui sommes-nous? Nos actions Nos partenaires A l'international Participer

NOUVEAUX OUTILS PÉDAGOGIQUES

DEVELOPPEMENT PROFESSIONNEL

RÉSEAUX ÉDUCATIFS

Accueil > Ressources > Activités de classe > Ombres et lumière

Ombres et lumière

Séquence 5 : théâtre d'ombre

Acteurs : Nicolas DEMARTHE (plus d'infos)

Résumé : Il s'agit ici de réinvestir les notions abordées lors des séances précédentes en proposant aux élèves de vivre des situations ludiques propices à la compréhension du phénomène des ombres. Pour commencer, les élèves jouent spontanément avec

Sommaire du document

- Séquence 1 - Les ombres et moi
- Séquence 2 - Où vient mon ombre ?
- Séquence 3 - Les modifications des ombres
- Séquence 4 - Que les objets ont de leur ombre ?

<http://www.fondation-lamap.org/fr/page/48573/sequence-5-theatre-dombre>

Illusions d'optique (œil / cerveau)

Domaine : Science de la vie

Objectif : Comprendre ce qu'est une illusion d'optique par rapport au fonctionnement de l'œil et du cerveau

Niveau : Cycle 4 - Lycée

Pistes pédagogiques :

Par Martine Pernodet et Liliane Grandmougin

http://svt.ac-creteil.fr/?Introduire-la-notion-de-vision&from=73&id_contexte=229

- Discussion sur « ce qui nous sert à voir » (la réponse attendue est souvent « les yeux ») à confronter avec ce qui suit
- Des illusions d'optique (choisir plusieurs types, comme les figures impossibles, les figures doubles, les illusions de mouvement...)
=> Questions : comment expliquer qu'avec « les mêmes yeux » deux personnes ne voient pas la même chose, ou bien qu'on ait l'impression de mouvement ? Il s'agira de montrer les rôles respectifs de l'oeil (caméra + « cerveau rétinien »), des aires visuelles corticales, des aires associatives.
- Des images subliminales :
Site dédié : http://www.lesubliminal.fr/les_exemples_visuels_102.htm
Les images subliminales dans la pub : <http://www.vivelapub.fr/quand-les-messages-subliminaux-envahissent-les-medias/>

Attention à les sélectionner avant, sans envoyer les élèves sur les sites, certaines sont à connotation franchement sexuelle ! C'est d'ailleurs un argument marketing dans la publicité)

=> Mêmes remarques que pour les illusions d'optiques (peut servir à la séquence pédagogique suivante sur le même thème)

=> On pourra y ajouter un travail pluri-disciplinaire (français, histoire géographie, SES, histoire des arts) : discussion sur les rôles de ces images, les interdictions, leur utilisation par les publicitaires, les politiques... L'intérêt est de mettre en garde les élèves sur la manipulation mentale que supposent ces pratiques, de développer leur esprit critique.

- Le test de Stroop <http://faculty.washington.edu/chudler/java/ready.html>



Illusions d'optique (objets)

Domaines : Technologie / Arts plastiques

Objectif : Fabriquer d'un objet technique qui utilise les illusions d'optique pour produire une animation

Niveau : cycle 2 - cycle 3 – cycle 4

Le folioscope :



Un folioscope, ou feuilletoscope, ou flip book en anglais, est un livret de dessins animés ou de qui, feuilleté rapidement, permet la synthèse du mouvement par la persistance rétinienne et l'effet phi.

En 1868 L'anglais John Barnes Linnett a déposé un brevet de cette invention sous le nom de Kinéographe.

Les premiers Folioscopes français d'un fabricant de jouets, Charles Auguste Watilliaux, apparaissent en 1896 sur le marché. D'autres fabricants notables de flip books au début du XXe siècle sont Léon Gaumont, Max Skladanowsky, Léon Beaulieu et la Mutoscope & Biograph Co.²

C'est un des jouets optiques qui ont précédé et accompagné l'invention du cinéma.

On peut aisément créer un folioscope en dessinant une séquence animée sur chacune des feuilles d'un cahier.

Vidéo :



Diffusée sur Arte, le professeur Kouro, propose une « leçon » thématique consacrée à la technique du « Flip-book », entièrement animée en image par image.

<https://www.youtube.com/watch?v=1FQGidGCJwM>

Séance pédagogique issue du parcours pédagogique « A la découverte du précinéma » proposé par l'Université POPulaire des Images

<http://upopi.ciclic.fr/transmettre/parcours-pedagogiques/le-precinema/seance-4-le-folioscope>

Séance 4 - Le folioscope

Le folioscope (ou flip-book) est sans nul doute l'objet du précinéma le plus connu du grand public. Ce livre animé, qui décompose le mouvement, permet de comprendre simplement les principes de base du cinéma.

Principe du folioscope

En 1866, l'anglais John Barnes Linnett a déposé un brevet de cette invention sous le nom de kinéographe. En Allemagne il s'appelle taumenkino, aux États-Unis flip-book.

Le principe du folioscope repose sur celui d'un livre qu'on feuillette avec le pouce. À chaque page on trouve un dessin légèrement différent du précédent. Les images se succèdent au rythme du doigt sur le carnet et l'animation se crée petit à petit. À la fin du livre, le mouvement se termine.



Le zootrope :

Le **zootrope** est un jouet optique inventé simultanément en 1833 par William George Horner et l'autrichien Stampfer. Se fondant sur la persistance rétinienne, le zootrope permet de donner l'illusion de mouvement.



Un tambour percé de dix à douze fentes sur sa moitié supérieure abrite à l'intérieur une bande de dessins décomposant un mouvement cyclique. Le tambour est fixé sur un axe dans sa base inférieure, ce qui permet de le faire tourner. On perçoit les mouvements des séquences animées en boucle en regardant l'intérieur du tambour à travers les fentes pendant la rotation.

Une image fixe est observée pendant un temps très court au travers d'une fente ; jusqu'à la prochaine image l'œil ne voit rien. Cela se reproduit pendant toute la durée où l'appareil est en mouvement. L'œil ne distingue pas les extinctions et le cerveau mémorise une image en même temps que la suivante, ce qui donne l'impression de mouvement.

Biologiquement ce phénomène peut s'expliquer par :

- des réactions biochimiques qui interviennent au niveau de la rétine et qui ne sont pas instantanées.
- la durée de transmission de l'influx nerveux par le nerf optique au cerveau.

Ce principe est à la base des techniques du cinéma et du dessin animé.

Séance pédagogique issue du parcours pédagogique « A la découverte du précinéma » proposé par l'Université POPulaire des Images

Séance 3 - Le zootrope

Le zootrope est le perfectionnement du phénakistiscope puisqu'il s'appuie sur le même principe visuel qui donne l'illusion du mouvement. L'amélioration apportée par le tambour du zootrope permet d'observer la scène animée à plusieurs, annonçant en modèle réduit l'expérience de la séance de cinéma. Il préfigure également la pellicule de cinéma.

Principe du zootrope

Invention attribuée à l'Anglais William George Horner (1833) à Londres et à l'Autrichien Stampfer à Vienne (1834). Il s'agit d'un tambour rotatif dont les parois sont percées de fentes régulières. Tout autour des parois intérieures, sont disposées autant d'images qu'il y a de fentes. Le zootrope fonctionne comme le phénakistiscope : on le fait tourner et c'est l'obturation régulière du défilement des images successives d'un mouvement qui permet de voir les images bouger. Mais plutôt que d'utiliser un disque, on peut cette fois voir le défilement des images à partir d'une bande de papier qui ressemble à la pellicule cinématographique. L'image est carrée ou rectangulaire, comme celle que l'on a l'habitude de voir dans les livres. L'alternance de noir puis d'étroites fentes, oblige à éclairer fortement l'intérieur du tambour. C'est pourquoi l'extérieur et l'intérieur du tambour sont peints en noir, afin que seules les images ressortent.

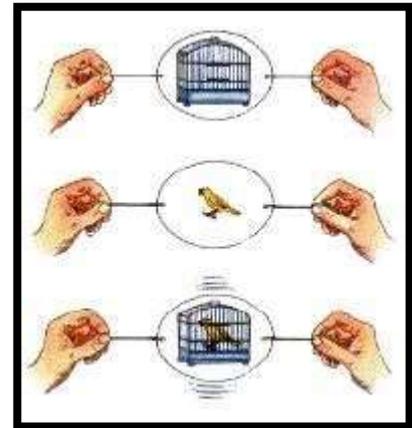


<http://upopi.ciclic.fr/transmettre/parcours-pedagogiques/le-precinema/seance-3-le-zootrope>

Le thaumatrope

Du grec : thauma, prodige et tropion, tourner.

En 1820, deux Anglais Fritton et Paris inventent un jouet qu'ils appellent le thaumatrope, c'est-à-dire le « prodige tournant ». Il s'agit d'un disque sur lequel sont représentés deux dessins distincts : par exemple, on peut avoir d'un côté un oiseau et de l'autre une cage. Si l'on fait tourner le disque assez rapidement, on peut voir l'oiseau dans sa cage...



Séance pédagogique issue du parcours pédagogique « A la découverte du précinéma » proposé par l'Université POPulaire des Images

<http://upopi.ciclic.fr/transmettre/parcours-pedagogiques/le-precinema/seance-1-le-thaumatrope>

Séance 1 - Le thaumatrope

Pour inventer le cinéma, il fallait être capable de créer des images en mouvement. Au cours du XIX^e siècle, les recherches en optique vont peu à peu rendre cela possible, produisant au passage une multitude de jouets aux noms étranges. Le premier, qui ne crée pas-encore de mouvement, est le thaumatrope.

Principe du thaumatrope

Inventé par l'astronome John Herschel, commercialisé par l'Anglais John Ayrton Paris en 1825, le thaumatrope est un jouet basé sur un principe visuel qui se nomme la « persistance rétinienne ». Notre œil « imprime » une image fixe déjà vue et la superpose avec une image fixe vue immédiatement après : notre esprit mélange les deux images, il n'en perçoit qu'une seule.





Hologrammes

Domaine : Technologie

Objectif : Comprendre le fonctionnement des hologrammes pour en fabriquer.

Niveau : Cycle 4 - Lycée

Ingrédients :

- Un film photographique,
- Un objet à holographier (et non pas photographier),
- Un laser de faisceau large, ainsi qu'un miroir semi-réfléchissant.

Recette :

Grâce au miroir semi-réfléchissant, on sépare le faisceau laser en deux : une partie est réfléchi par le miroir, l'autre le traverse. Un des deux faisceaux va éclairer l'objet à holographier. L'objet va évidemment réfléchir la lumière, et une partie de cette lumière va arriver sur la plaque photographique. L'autre faisceau va directement sur la plaque photographique. La lumière réfléchi par l'objet et celle directement issue du laser se rencontrent donc sur la plaque photo - au niveau de la plaque photo, ces deux lumière produisent des interférences. Il y a des endroits où les deux faisceaux arrivent, qui ne sont en fait plus éclairés (les deux faisceaux s'annulent), d'autres où au contraire, les deux faisceaux se renforcent. La plaque photo est impressionnée par ces interférences, et elle les conserve.

Propriétés :

La première, c'est que la lumière qu'ils renvoient est exactement celle que l'objet éclairé par le laser émettait. Un hologramme, c'est comme une fenêtre sur un objet. C'est pour cela qu'on a vraiment l'impression de voir l'objet en relief : vous ne verrez pas la plaque photo de la même manière selon l'endroit d'où vous la regardez. Comme vos yeux sont à des endroits différents, chacun reçoit bien une image différente. Votre cerveau reconstitue alors le relief, et a l'impression de voir l'objet tel qu'il était, très exactement, au moment où il a été holographié. On peut même, en changeant de place, tourner autour, et voir des détails d'un côté qui étaient cachés de l'autre ! Si vous holographiez une loupe, et le ce qu'elle regarde, l'hologramme vous donnera toujours l'impression que vous regardez à travers une loupe. Il en existe des impressionnants, où l'on peut même regarde dans un microscope holographié. Et ça marche !

Une seconde propriété, c'est que si vous découpez votre hologramme, sur chaque petit morceau d'hologramme, vous verrez l'objet en entier. Comme si vous aviez découpé une fenêtre en morceaux : par chaque morceau, vous pouvez voir tout ce qu'il y a derrière - à condition de regarder avec le bon angle. Donc un morceau d'hologramme est comme une petite fenêtre. A quand les puzzle en hologrammes :) ?

TPE Hologramme :

<http://hologrammes.tpe.free.fr/>

Tutoriel pour fabriquer un hologramme :

http://hitek.fr/actualite/tuto-fabriquer-hologramme-maison_5657

Les colorants alimentaires

Niveau : Cycle 4

Objectif :

<http://www4.ac-nancy-metz.fr/clg-rene-cassin-guenange/ACTU/spip.php?article973>

- [Rôle des additifs alimentaires](#)
- [Liste des catégories d'additifs alimentaires](#)
- [La catégorie qui nous intéresse : LES COLORANTS](#)
- [Les DANGERS des colorants alimentaires](#)



Rôle des additifs alimentaires

Les colorants alimentaires font partie de ce qu'on appelle les **additifs alimentaires**. Un additif alimentaire est une substance, dotée ou non d'une valeur nutritionnelle, qui est ajoutée intentionnellement à un aliment, dans un but précis d'ordre technologique, sanitaire ou nutritionnel.

D'origine minérale, végétale ou animale, les additifs alimentaires peuvent également être obtenus par synthèse ou par fermentation.

Les additifs alimentaires visent à :

- ▶ Faciliter les procédés de fabrication.
Assurer la conservation des produits en les protégeant d'un certain nombre d'altérations.
Maintenir ou améliorer leurs qualités sensorielles (consistance, texture, couleur ou goût).
Préserver, équilibrer, additionner ou substituer : rôle nutritionnel.



Plus d'informations sur les différents additifs alimentaires sur [ce site](#).

Liste des catégories d'additifs alimentaires

Environ 350 additifs sont actuellement autorisés en Europe, répertoriés en 24 catégories correspondant aux différentes fonctions exercées, par exemple :

- ▶ Colorant
- ▶ Conservateur
- ▶ Anti-oxygène

- ▶ Émulsifiant (agents de texture)
- ▶ Épaississant (agents de texture)
- ▶ Gélifiant (agents de texture)
- ▶ Stabilisant (agents de texture)
- ▶ Exhausteur de goût
- ▶ Acidifiant (acidifiants et correcteurs d'acidité)
- ▶ etc.

La catégorie qui nous intéresse : LES COLORANTS

Quel est le rôle des colorants ?

D'origine animale, végétale ou synthétique, les colorants servent à donner une couleur aux aliments.

Numérotation des colorants :

Ils sont numérotés de E100 à E 180 et classés par couleur.

Liste des colorants alimentaires :

Numéro	Nom	Couleur	Utilisation	Origine
E100	Curcumine	Jaune	Lait, confitures, marmelades, gelées, merguez, saucisses cuites, bouillons, potages, sauces...	Naturelle et synthétique
E102	Tartrazine	Jaune	Boissons, pâtisseries fraîches ou sèches, desserts instantanés, confiserie, décor de pâtisserie, merguez...	Synthétique
E104	Jaune de quinoléine	Jaune-vert	Pâtisserie fraîche ou sèche, biscuiterie, desserts instantanés, confiserie, bonbons...	Synthétique
E110	Jaune orangé sunset	Jaune-orangé	Pâtisserie fraîche ou sèche, entremets, desserts instantanés, pâtes de fruits, bonbons, sirop...	Synthétique
E120	Cochenille, acide carminique	Rouge	Apéritif à base de vin, vinaigre d'alcool, pâtisserie, desserts instantanés, flans, ...	Naturel
E122	Azorubine	Rouge	Pâtisserie fraîche ou sèche, biscuiterie, desserts instantanés, entremets, flans, confiserie...	Synthétique
E124	Rouge de cochenille	Rouge	Pâtisserie fraîche ou sèche, entremets, flans, fruits au sirop, confiserie, bonbons, chewing-gum, chorizo...	Synthétique
E127	Erythrosine	Rouge	Fruits confits, pâtes de fruits bonbons, chewing-gum, fruits au sirop, boissons sans alcool, liqueurs...	Synthétique
E131	Bleu patenté V	Bleu	Desserts instantanés, entremets, flans, pâtes de fruits, confiserie, glaces, crèmes glacées,	Synthétique



			caviar...	
E132	Indigotine	Bleu	Thé vert, fromages, laits aromatisés, huile, graisse, charcuterie et salaison, pâtisserie...	Synthétique
E133	Bleu brillant FCF	Bleu	Conserves de petits poids...	Synthétique
E151	Charbon végétal médicinal	Noir	Confiserie, pâtes de fruits, sucreries, pastillages, caviar, crevettes, boyaux, vessies, croûtes	Naturel : carbone amorphe solide, broyé, noir obtenu par carbonisation du bois
E160	Famille des caroténoïdes	Orange	Fromage en tranches, sauces, confiseries...	Naturel
E171	Bioxyde de titane, Oxyde de titane	Blanc	Chewing-gum, dragées, décoration des confiseries...	Naturel

Les DANGERS des colorants alimentaires

Les colorants alimentaires (tout comme les autres additifs) ne sont pas des produits anodins. Une bonne quantité d'entre eux deviennent toxiques à des doses très faibles, de l'ordre d'une centaine de milligramme par jour (0,1 gramme !).

Il est important de bien lire la liste des ingrédients sur les étiquettes des produits alimentaires afin de les repérer (série E100). Votre allié : internet. N'hésitez pas à rechercher des informations !

La lumière notion arts plastique / physique

La manipulation de la lumière en tant que matériau.

Niveau : Cycle 3 et 4

Objectif : Utiliser la lumière en tant que matériaux en arts.

Dans le cours d'arts plastiques, deux réalisations possibles :

- Une construction en volume.
- Une prise de photographie.

1) Le volume

Consigne : « Vous inventerez un piège à lumière qui doit être construit avec des matériaux spécifiques (Lumineux, brillant, transparent, opaque, mat, noir, blanc...) »

Travail d'un volume avec un intérieur et un extérieur.

Références artistiques :

- Le Caravage.
- Jean de la tour.
- Wermer.
- Monnet, séries avec les variations, meules ou cathédrale.
- S.Weis, photographie, « vers la lumière » 1953
- Soulage, vitraux de la cathédrale de Conques.
- Anisch Kapoor.
- Mosquée de Soliman le magnifique à Istanbul.
- Institut du monde arabe de Nouvel.
- Palais de justice de Bordeaux de Rogers.
- Anila Quayyum, intersections.
- James Turrell
- Picasso film de Clouzot.

2) La prise de photographie avec des leds et des sources de lumières (type lampe de poche)

Consigne : « Mettre en scène le piège à lumière pour accentuer le côté poétique.



Exemples de travaux réalisés par des élèves de quatrième :



Pour aller plus loin

Contenu Scientifique

L'exposition est construite autour des relations entre humains et lumière. Si chacun perçoit la lumière comme un élément familier – elle sert à voir, tout simplement – elle joue en réalité une rôle bien plus fort et influence en particulier la façon dont nous percevons le monde, nos états psychologiques (éveil, humeurs, émotions ...), nos relations aux autres et jusqu'au fonctionnement même de la vie. L'exposition propose donc aux élèves de prendre conscience de la force et la complexité de leurs relations à la lumière. En terme de contenus scientifiques, l'exposition est construite autour des quatre questions du visiteur :

- Qu'est-ce que j'appelle « lumière » ?
- Qu'est-ce que la lumière me fait ?
- Comment partageons-nous la lumière ?
- La lumière me permet-elle d'être vivant ?

I. Qu'est-ce que j'appelle « lumière » ?

La perception même de la lumière par un observateur est un sujet paradoxal. L'observateur « voit » grâce à la lumière : ce qu'il reçoit, ce sont des photons qui entrent dans ses yeux. Pourtant, il ne distingue jamais la lumière elle-même passer dans l'espace : il distingue des objets, de la matière qui lui envoie de la lumière. Même le rai de lumière ou le faisceau du laser ne se laissent découvrir que grâce à un nuage de fumée ou de poussière : ce que nous voyons alors, c'est la lumière que ces particules de matière nous renvoient. Autrement dit, il nous est impossible de voir la lumière passer d'un point à l'autre de l'espace : nous ne voyons que celle qui va droit dans nos yeux ! Nul surprise alors que la lumière soit un sujet mystérieux : l'expérience que nous en avons est-elle même difficile à saisir. Que désignons nous donc quand nous parlons de lumière ?

Pour chacun de nous, la lumière est d'abord liée à des images vues et des émotions qui y sont liées. Le lien émotionnel à la lumière est alors important, de même que les spécificités de chacun. L'objectif d'une telle exposition est d'apporter une vision plurielle de la lumière, en tant que vécu subjectif.

L'exposition s'attache à transmettre le rapport particulier que les hommes ont développé aux couleurs, luminosités, ombres et clartés... Grâce à leur pratique professionnelle, quelle sensibilité les peintres et photographes ont-ils développés ? Comment l'appareil photo capte-t-il la lumière ?

La question « qu'est-ce que la lumière ? » a agité la physique depuis l'antiquité grecque jusqu'à aujourd'hui. Science du « voir » chez les Grecs antiques, l'optique est devenue l'étude scientifique de la lumière. D'abord vue dans l'antiquité comme un feu intérieur ou un, la conception de ce qu'est la lumière a ensuite évolué : rayon lumineux, qui conduira dans les siècles suivants au développement de l'optique géométrique. Si Huygens développe au XVII^{ème} siècle une description de la lumière comme « ondes », cette idée ne convainc pas et tombe dans l'oubli. Grâce à son prisme, Newton démontre au début du XVIII^{ème} siècle que la lumière blanche n'est pas « pure », comme le voulait une conception quasi-religieuse, mais qu'elle est au contraire un mélange de toutes les couleurs de l'arc en ciel ! Pour obtenir de la « pureté », il faudra tenter d'isoler une couleur, le plus précisément possible. Mais Newton considère encore la lumière comme un flux de particules, et son autorité est telle que le XVIII^{ème} siècle – pourtant appelé siècle des lumières ! – ne verra pas de percée majeure dans la compréhension de ce phénomène.

C'est au début du XIX^{ème} siècle qu'un touche à tout du nom de Young tente de bouleverser la physique avec des expériences de diffraction et d'interférences qui montrent que la lumière se comporte comme une onde... Comme pour les vagues, la lumière peut se propager hors de la ligne

droite et envahir l'espace. Comme pour les vagues, il est possible de superposer deux lumières et d'obtenir de l'obscurité à certains endroits... que les deux lumières éclairent.

Cette nature ondulatoire de la lumière a peu à peu conquis la communauté scientifique, jusqu'en 1905, lorsque un jeune physicien du nom d'Albert Einstein se rend compte que certaines expériences sont bien mieux décrites en concevant la lumière comme de petits grains... les photons, grains de lumière, naissent de cette idée.

Mais alors, les photons sont-ils ondes ou particules ? Tout dépend du contexte... Ils sont d'étranges objets qui peuvent se comporter comme des ondes ou des corpuscules suivant l'expérience qui leur est proposée.

De ces photons, l'homme ne perçoit qu'une faible partie : le visible. Il correspond à des photons de longueurs d'ondes de 400 à 800nm. Il existe pourtant un vaste spectre lumineux au-delà et en deçà du visible : les microondes de nos fours, l'infrarouge de nos télécommandes et même les ondes radio émises par Radio France ne sont autres que de la lumière... Les rayons ultraviolets qui provoquent bronzage et coups de soleil, les rayons X ou gamma sont d'autres exemples de ces lumières invisibles, mais qui peuvent aussi interagir avec la matière et nous affecter d'autres façons. Ainsi, la sensation de chaleur sur la peau nous renseigne sur la présence d'infrarouges, et les rayons gamma peuvent endommager les molécules – en particulier notre précieuse ADN. Savez-vous que le moustique, perçoit les infrarouges émis par nos corps et peut venir nous piquer – même dans le noir ?

En ce qui concerne la lumière visible, nous distinguons toute une gamme de couleur grâce à notre œil tri chromate : cellules de nos yeux appelées « cônes » sont de trois sortes : certaines sont très sensibles au rouge, d'autres au vert, les troisièmes au bleu. Notre cerveau forge alors une sensation de couleur à partir de ces trois signaux. Si, comme les pigeons, nous étions quadri chromates, nous pourrions percevoir une bien plus grande variété de nuances... A l'inverse, les daltoniens sont bichromates et ne perçoivent pas autant de couleurs différentes que les yeux tri chromates. Pour percevoir toutes les nuances de lumière du monde, il faudrait avoir une infinité de capteurs différents dans les yeux... En cas d'obscurité, les cônes ne peuvent pas percevoir suffisamment de lumière et les bâtonnets prennent le relais : nous perdons la vision des couleurs mais devenons sensible à des très faibles luminosités... d'autant plus que notre pupille s'ouvre en grand.

II. Qu'est-ce que la lumière me fait ?

La lumière, c'est bien plus que « voir ». La lumière nous influence, change nos comportements, nous entretient, nous blesse ou nous soigne. L'exposition est un prétexte pour explorer les moyens par lesquels la lumière agit sur lui, psychologiquement et physiquement.

Cette exploration s'articule autour de quatre axes : l'influence physique de la lumière (os, peau, cornée...), les rythmes circadiens, les rythmes saisonniers, les perturbations des rythmes. La lumière agit à chaque instant sur notre corps. La première de ses actions est familière du visiteur : le bronzage. Sous l'action des rayons ultraviolet émis par le soleil (ou par la lampe d'un salon de bronzage), les kératinocytes, cellules de la couche superficielle de la peau, vont se multiplier et la rendre plus solide et moins perméable aux rayonnements ; de plus, la production de mélanine par les mélanocytes est stimulée. La mélanine a la propriété d'absorber les rayons ultraviolets très énergétiques (UVB) et donc de protéger la peau. C'est ce processus qui donne à la peau cette teinte mate, dorée, brune spécifique au bronzage. Le processus étant très lent, la peau est particulièrement vulnérable durant les premières heures d'exposition au soleil. En cas de surexposition, il y a risque de brûlure (coup de soleil) ou de développement d'un cancer de la peau. Et pourtant, les UV, avec modération pourraient contribuer au sentiment de bien-être. Sous l'effet des UV, les kératinocytes secrètent l'hormone alpha MSH par scission de la Protiomélanocortine (POMC), grâce à l'action d'une protéine appelée P53. L'alpha MSH s'attache aux mélanocytes et stimule la production de mélanine. P53 étant également une protéine produite en cas de stress, cela pourrait expliquer l'hyperpigmentation qui apparaît parfois, particulièrement chez les personnes âgées, en cas d'irritation prolongée de la peau. Par ailleurs, la formation d'alpha MSH à partir de

POMC produisant de l'endorphine b supposée contribuer à un sentiment de bien-être, David E Fisher, directeur de la recherche ayant mis en évidence le rôle de p53 dans le bronzage, propose que la libération d'endorphine lors de ce processus pourrait encourager les gens à s'exposer au soleil. L'ensemble des processus favoriserait la protection contre les cancers cutanés. En effet, si une exposition au soleil trop longue ou trop brutale est dangereuse, une exposition modérée et régulière peut au contraire constituer une protection, sauf chez les personnes dépourvues de la capacité de bronzer.

Par ailleurs, les UVB permettent la production de vitamine D, qui influence le développement de la masse osseuse et réduit l'ostéoporose. Chacun d'entre nous possède dans son cerveau une horloge interne appelée horloge circadienne, qui règle nos rythmes d'éveil et de sommeil. Contrôlée par le cerveau, cette horloge nous amène à avoir les paupières lourdes le soir et être naturellement dynamique en pleine journée ! La lumière du matin est alors cruciale pour remettre à l'heure nos horloges, chaque jour. Chacun d'entre nous a dans la rétine des cellules qui perçoivent la lumière et transmettent l'information au cerveau de façon inconsciente. Ainsi, ce phénomène de rythmes circadiens existe aussi chez des personnes totalement aveugles, qui possèdent une rétine intacte mais une incapacité cérébrale à voir. Chez d'autres aveugles, la rétine est endommagée, et ce manque de signal les place en « libre cours », sans rythme circadien. Dans les années 1960, le spéléologue Michel Siffre est resté deux mois dans une grotte avant de remonter (en mauvais état physique et psychologique...). Cette même expérience a été menée ensuite en laboratoire, et le même résultat a été trouvé : le cycle circadien dérive, il se décale peu à peu. Les cellules de la rétine en jeu ici sont les cellules ganglionnaires, qui correspondent à 1% à 2% des cellules rétinienne et sont reliées à des fibres nerveuses qui transmettent le signal au cerveau, ce qui va ensuite influencer les zones de l'éveil et du sommeil. Chez les animaux nocturnes, les signaux passant par ces fibres là vont provoquer le sommeil ; chez l'homme il s'agit plutôt d'un effet éveillant. L'hormone la plus directement contrôlée par la lumière chez l'homme est la mélatonine. Elle est sujette à un contrôle double, par la lumière et par l'horloge circadienne. Si on expose la rétine à la lumière pendant la nuit, la production de mélatonine va immédiatement chuter. Cette mélatonine est également utilisée chez les aveugles pour les synchroniser. Notre horloge est également responsable des variations entre les individus « du matin » et les individus « du soir ». Les lumières émises par les écrans possèdent une forte composante "bleue", qui a tendance à stimuler les cellules de la rétine qui règlent l'horloge circadienne. Ainsi, une lumière bleutée d'écran est stimulante, et éveille l'attention... au risque de gêner le sommeil. En effet, une exposition prolongée aux écrans la nuit peut perturber nos rythmes circadiens. La lumière peut même se révéler toxique : certaines LED émettent une forte lumière bleue qui pourrait, en cas d'exposition prolongée régulière, favoriser la cataracte.

III. Comment partageons-nous la lumière ?

Les lieux de partage, de rassemblement et d'échange sont en grande partie déterminés par la lumière. Les clairières et feux ont joué un rôle crucial durant la préhistoire pour les premières sociétés. L'apparition de l'éclairage public fixe se fait au XVIIème siècle à Paris, pour des raisons de sécurité. Des lanternes garnies de chandelles sont placées dans les rues : au XVIIIème, les réverbères les remplaceront, qui seront supplantés au XIXème par l'éclairage au gaz. Au-delà se l'éclairage régulier, les lumières sont le point de départ de nombreux rassemblements: veillées aux lampions, feux d'artifice...

Les astronomes ont été les premiers à alerter sur la pollution lumineuse. Cette idée amène une nouvelle notion : le ciel étoilé est un bien commun à l'humanité, que les lumières artificielles peuvent peu à peu masquer... Tout comme l'air ou l'eau, la lumière naturelle est un bien à protéger. Si la préservation du ciel étoilé était principalement défendue par les astronomes autrefois, beaucoup d'autres aspects ont fait émerger sa nécessité aujourd'hui. Le projet de réserve du ciel étoilé (<http://ricemm.org>) a émergé de ces préoccupations. En premier lieu, la baisse de pollution lumineuse amène à faire d'importantes économies énergies, cruciales pour le futur de l'humanité. Il

existe également des aspects sociaux : une forte pollution lumineuse amène à vivre dans un dôme de lumière qui coupe les habitants de leur environnement, et représente donc une forme d'enfermement, avec des impacts sociaux et sur la santé. La présence de lumière la nuit perturbe la production de mélatonine, dont l'action antioxydante est importante. Il est donc possible que la présence de lumière la nuit fragilise la santé. Au niveau social, la lumière peut être vécue comme un élément intrusif : les lampadaires éclairent aussi les façades des habitations ! Afin que chacun reste libre de s'éclairer ou non, l'éclairage public ne doit pas s'imposer au citoyen. Dans certains logements, il est impossible de laisser les fenêtres ouvertes la nuit en raison de la lumière. Sur les routes, certaines lumières éblouissantes apportent de la dangerosité au lieu de sécuriser. Ainsi, une partie du périphérique de Bordeaux a été éteint. Enfin, 99% de l'information sur le cosmos nous arrive sous forme de lumière : la pollution lumineuse nous prive donc de vecteurs de connaissance. Pour plus d'infos sur les conséquences de la pollution lumineuse : <http://ricemm.org/pollutionlumineuse/lesmultiplesimpacts/>.

Un nouvel axe de recherche s'est construit ces dernières années: le développement de nouvelles technologies d'éclairage (plus efficaces, optimisés...). Quel type de lampadaire pour avoir une meilleure efficacité, un moindre impact sur l'environnement, une meilleure préhension par la population ? Si la présence d'éclairage diminue les risques pour la sécurité des citoyens, de nouveaux systèmes permettent de mieux répondre aux besoins :

- En liant l'éclairage à des détecteurs de mouvements
- En dirigeant la lumière dans des directions appropriées
- En distinguant éclairage fonctionnel et éclairage d'ambiance
- En mettant en valeur le patrimoine à l'aide d'éclairage intelligent (ex: LED à la basilique Saint Sernin à Toulouse) qui met en valeur le relief au lieu de "l'écraser" par un spot puissant.
- En modifiant son intensité en fonction de l'horaire (ex: lampadaires à faible intensité (balisage) qui augmente si détection de mouvement)
- En jouant sur le spectre émis : la composante bleue possède un très fort impact.

Ce type de développement durable possède un impact sur la biodiversité nocturne, et sur les populations humaines. Puisque l'électrification et l'éclairage public ont constitué un progrès spectaculaire, la lutte contre la pollution lumineuse peut être perçue comme une régression. Il est essentiel de la présenter comme une suite des progrès précédents, et non un retour en arrière.

IV. Pourquoi la lumière nous permet d'être vivant?

Quel a été le rôle de la lumière dans l'origine de la vie ? Il semble aujourd'hui que les premières formes de vie sur Terre ne soient pas apparues sous l'influence de la lumière. En revanche, la lumière a joué un rôle crucial dans un second temps, lors du développement de la vie sur Terre.

Lorsqu'apparaissent les premières bactéries photosynthétiques, la lumière devient l'une des «nourritures » du vivant, et les bactéries en question vont utiliser la lumière pour produire l'oxygène qui nous permet aujourd'hui de vivre. Encore aujourd'hui, c'est grâce à la lumière que nous respirons : les plantes la capturent très efficacement, et transforment grâce à son énergie le dioxyde de carbone en oxygène. La respiration cellulaire et la photosynthèse sont deux phénomènes opposés : la photosynthèse transforme le CO₂ en O₂ grâce à l'énergie solaire, alors que la respiration transforme le O₂ en CO₂. Ainsi, le simple fait de respirer nous relie aux rayons du soleil.

Il existe aujourd'hui des formes de vie qui n'ont pas besoin de lumière – en particulier certains microorganismes que l'on trouve dans les sources thermales – mais sans lumière, il n'y aurait probablement aujourd'hui aucune vie sur Terre. En particulier, les rayons ultraviolets et infrarouges émis par le soleil, invisibles à nos yeux, ont été déterminants. La lumière infrarouge du soleil chauffe notre planète jusqu'à une température convenable pour le développement de la vie. Quant aux ultraviolets, ils agissent directement sur le dioxygène (O₂) de notre atmosphère et le transforment en Ozone (O₃) qui nous protège d'un excès de ces mêmes rayons ultraviolets.

En effet, ceux-ci sont capables d'endommager et de modifier les molécules du vivant... et en particulier l'ADN. Les conséquences ne sont pas toujours néfastes, à l'échelle du vivant : c'est en partie grâce à l'action des UV que les formes de vie terrestre ont évolué rapidement, ont pu ainsi s'adapter aux différents environnements et aux changements... en faisant apparaître de nouvelles espèces, telles que la nôtre.

La lumière a également joué un rôle déterminant pour les espèces vivantes. Ainsi, certaines espèces s'orientent grâce à la lumière : ce phénomène est appelé phototropisme. Les tournesols se courbent vers le soleil, alors que d'autres microorganismes fuient la lumière. De nombreuses espèces migratoires – en particulier certains oiseaux, et les papillons monarques – trouvent leur direction par la lumière du soleil. La lumière solaire ne donne pas seulement des direction : ses variations jalonne également le temps. Les belles de nuit s'ouvrent lorsque le soir tombe, alors que d'autres fleurs éclosent que le matin, pour se faner le soir. Lumière et obscurité rythment ces plantes.

Afin de se protéger d'un excès de lumière, les êtres vivants ont développé une large gamme de couleurs : le bêta-carotène des poivrons rouges et des carottes, les anthocyanes du chou rouge et de la betterave, les flavonoïdes: ces molécules anti oxydantes qui pigmentent le vivant ont un rôle protecteur et protègent des ultraviolets.

Les couleurs peuvent aussi avoir un rôle de séduction – généralement chez les mâles, telles les couleurs des plumes de paon. Certaines espèces, comme les plantes carnivores, utilisent la lumière pour attirer leurs proies – alors que de nombreux végétaux vont l'utiliser pour signaler leur présence aux insectes pollinisateurs, à l'instar du bouton d'or qui focalise la lumière du soleil juste au-dessus de lui... Si certains animaux utilisent la lumière pour attirer des partenaires sexuels ou des proies, d'autres préfèrent repousser de potentiels intrus : sur certaines espèces vénéneuses, la couleur sert d'avertissement ! Ne me mangez pas, sinon... D'autres animaux choisissent une toute autre voie : plutôt que d'être vus, ils préfèrent se fondre dans le paysage pour passer inaperçus : le caméléon et la pieuvre pantomime changent leur couleur en fonction de l'environnement, certaines araignées sont blanches, ce qui leur permet de passer inaperçues sur des fleurs de la même couleur... Si l'on s'enfonce dans les eaux profondes des abysses, la lumière solaire disparaît totalement et l'on entre dans un monde d'obscurité. Les seules lumières deviennent alors celles émises par les espèces vivantes, qui prennent un rôle crucial ! Certains poissons – telle la baudroie des profondeurs – possèdent des photophores, sortes de « lanterne » qui permet d'attirer des proies à proximité de leur bouche. Les abysses sont en réalité un monde foisonnant de couleurs de vives, où les camouflages les plus habiles se promènent à côté de couleurs bariolées. Pour observer toutes ces couleurs, l'œil animal a évolué en se perfectionnant, jusqu'à devenir un modèle de complexité et de précision.

Deux grandes familles d'yeux existent (yeux humains vs. yeux des pieuvres), qui ont évolué en parallèle jusqu'à arriver à des fonctions similaires – en utilisant des morphologies différentes. Dans ces familles, une grande diversité d'yeux existe, de nos globes oculaires aux yeux à facettes des mouches ! Aujourd'hui, la façon dont le vivant utilise la lumière est étudiée avec attention : les animaux utilisent les pigments, mais aussi les couleurs structurelles, telles que celles des scarabées ou du papillon Morpho. Grâce à des couches de matières régulièrement espacées, la lumière est diffusée dans différentes directions suivant sa couleur, donnant de magnifiques iridescences aux ailes de certains oiseaux, insectes ou papillons. Ce procédé est aujourd'hui copié par certains industriels pour fabriquer des verres antireflets !

La lumière est essentielle dans le vivant. Comme le remarquait Louis de Broglie, le verbe « mourir » chez les grecs antiques signifie littéralement « perdre la lumière ». Les rôles de la lumière dans le vivant sont très spécifiques et très pointus, mais ils sont essentiels ! La lumière joue par exemple un rôle crucial dans la pollinisation, qui est vitale pour notre espèce. L'équilibre des écosystèmes dépend en grande partie de la lumière et de ses échanges.

Escape room

Un exemple de mise en place d'escape room au collège

Les élèves de 3ème du collège nantais ont participé à une expérience originale pendant la Semaine des Mathématiques : l' « escape game », un jeu directement inspiré des jeux vidéo. Et ils ont adoré !

Un professeur de mathématiques et un technicien informatique du collège ont eu l'idée de concevoir un « escape game » sur le thème des mathématiques.

Le principe : les élèves, par groupes de cinq, sont « enfermés » dans une salle. Ils ont quarante minutes pour en sortir, en fouillant la pièce, en combinant des éléments, en cherchant, en collaborant, en testant et en résolvant des énigmes ou des problèmes mathématiques.

Dès leur entrée, une fumée s'échappe du sol et la pièce est plongée dans la pénombre, faiblement éclairée ici et là par des néons bleus ou des écrans d'ordinateurs. Deux étranges personnages, en blouse blanche, coiffés d'une perruque et d'un masque blancs qui les font ressembler à des savants fous les observent, mais ne disent pas un mot. Un squelette affublé d'un chapeau, des éprouvettes remplies de liquides colorés et d'autres détails contribuent à l'ambiance, peu rassurante. Une voix déformée s'élève d'outre-tombe et énonce à l'équipe de collégiens, surpris et déstabilisés, le défi qu'ils vont devoir relever. Sur le tableau blanc interactif de la salle, le chrono géant s'affiche et une musique inquiétante est diffusée en fond sonore, contribuant à créer une ambiance mystérieuse. On se croirait dans « Fort Boyard » ! Immédiatement les collégiens sont mis en condition et comprennent qu'ils ne doivent pas perdre une seconde !

L'équipe des « winners mineurs »

Serge, Anne-Flore, Mohammed, Steven et Rania ont baptisé leur équipe « Les winners mineurs ». Ils vont devoir trouver sept boîtes, chacune d'entre elles renfermant une énigme. Une fois résolue, cette dernière donne accès à un code ou à un mot de passe pour se connecter à un ordinateur qui les aidera à se rapprocher du but : trouver la clé de la salle de classe, cachée dans une ultime boîte.



Les deux mathématiciens, malgré leur air inquiétant, sont là pour orienter si besoin les élèves et leur donner quelques indices supplémentaires en cas de difficulté, toujours sans parler. Un ordinateur « explose » (bravo aux enseignants pour les effets spéciaux !), ce qui ne rassure pas les collégiens ! Vite, il ne reste plus que quelques secondes ! Ils trouvent in extremis le code ultime et la clé qui leur permet de se libérer. En quarante minutes, les winners mineurs et tous leurs camarades de 3ème qui participent à l'action « l'escape room mathématique » ont fait des maths sans s'en rendre compte ! Mission réussie.

<http://www.ac-nantes.fr/academie/politique-academique/actualites/droles-de-mathematiques-au-college-la-durantiere-1030994.kjsp?RH=ACTUALITE>

Bibliographie



Lumière et luminescence - Ces phénomènes lumineux qui nous entourent
Broché – Bernard Valeur

Quelle est la nature de la lumière ? Comment est-elle produite ? Par quel biais interagit-elle avec la matière ? Comment caractériser sa couleur ? Si la lumière a livré une grande partie de ses secrets aux physiciens du xx^e siècle, le voile n'est pourtant pas complètement levé sur les phénomènes lumineux parfois étranges qui jalonnent notre quotidien, et dont nous sommes loin d'avoir exploré toutes les applications. Synthèse des couleurs, fonctionnement d'un écran plat, azurants optiques qui rendent le linge ou le papier "plus blanc que blanc", bioluminescence du plancton, principe d'une puce à ADN utilisant la fluorescence : voilà quelques exemples, parmi bien

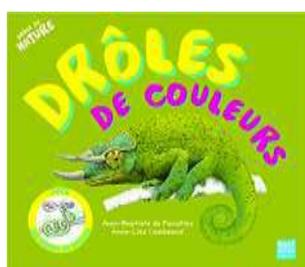
d'autres, détaillés dans ce livre superbement illustré, à l'interface entre la chimie, la biologie et la physique. Dix ans après la première édition, Bernard Valeur offre à ses lecteurs une nouvelle version, revue et augmentée, de son ouvrage qui est devenu une référence. Un indispensable dans votre bibliothèque !



Une belle histoire de la lumière et des couleurs Relié – Bernard Valeur

Combien y a-t-il réellement de couleurs dans l'arc-en-ciel ? Pourquoi la lumière des écrans perturbe-t-elle notre horloge biologique ? Une rose peut-elle être bleue ? Comment font les poissons des abysses pour émettre de la lumière ? Quel est le secret du sfumato cher à Léonard de Vinci ? Vitraux, cinéma, pierres précieuses, pixels, étoiles, peintures, mode, etc. : nous avons un rapport passionnel et intime à la lumière et aux couleurs. Si la lumière est souvent l'outil privilégié en science - c'est en l'analysant qu'on

sonde les planètes extrasolaires, qu'on mesure le temps ou qu'on identifie les repentirs des Vélasquez -, elle nous permet surtout d'appréhender le monde qui nous entoure et d'en apprécier la splendeur. C'est sans doute pourquoi les couleurs, filles de la lumière, nous fascinent tant, irisations multicolores d'une bulle, blanc de titane d'un Poliakoff ou bleu irréel d'un papillon morpho... Mais comment aborder cet univers foisonnant ? Bernard Valeur propose une invitation au voyage à tous les lecteurs curieux et épris de beauté. Il signe ici une somme indispensable, déclinée une centaine de thèmes somptueusement illustrés.



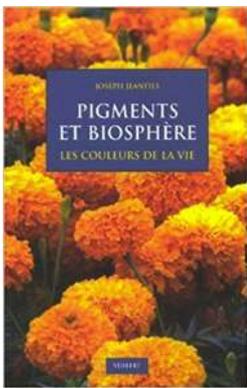
Drôles de couleurs – Jean-Baptiste de Panafieu et Anne-Lise Combeaud

Mystificateurs, imposteurs, arnaqueurs, simulateurs, les animaux ne manquent pas de ressources pour se faire passer pour ce qu'ils ne sont pas. L'évolution les a dotés d'étonnantes caractéristiques : certaines espèces se ressemblent, presque par hasard.



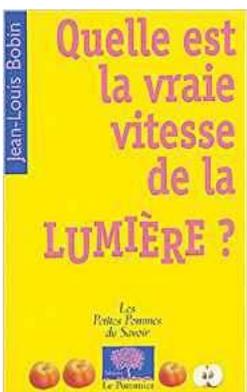
Voyage au cœur de la lumière Poche – Trinh Xuan Thuan

Si familière et pourtant si mystérieuse, la lumière a toujours fasciné les hommes, qu'ils soient philosophes, croyants, artistes ou scientifiques. D'où vient-elle ? Comment se propage-t-elle ? A quelle vitesse ? Comment la dompter...? Est-elle onde ou particule? Cette question sur sa " véritable " nature a suscité au XVIIe siècle un débat passionné qui aboutira aux deux théories fondatrices de la physique moderne, la relativité d'Einstein et la mécanique quantique. Aujourd'hui, les astronomes, par l'observation des sources lumineuses du cosmos, peuvent remonter le temps et retracer l'histoire de l'univers. Demain, grâce à la technologie des fibres optiques, la lumière supplantera l'électronique dans les télécommunications. Evoquant tour à tour la lumière solaire, à l'origine de toute vie, et la lumière artificielle, remarquable conquête technique, l'astrophysicien Trinh Xuan Thuan nous entraîne dans un brillant voyage.



Pigments et biosphère : Les couleurs de la vie – Joseph Jeanfils

Notre environnement est tellement coloré que, souvent, nous n'y pensons même pas. Mais, lorsque nous admirons la panoplie de couleurs dont s'habillent les fleurs et les oiseaux, nous nous doutons bien qu'elle n'a pas qu'une fonction décorative ! Pour la plupart d'entre eux, les pigments sont en effet élaborés par les êtres vivants - des plus simples au plus complexes - dans un but déterminé. Résultat d'une chimie encore mal comprise, leurs propriétés sont étonnantes : parfois simple leurre pour attirer les insectes, elles peuvent constituer la pièce essentielle de la production d'énergie de la cellule ou fournir les généreux antioxydants qui nous protégeront contre les agressifs et redoutables radicaux libres. Dans un langage volontairement clair et accessible, ce petit livre présente les plus importantes familles de molécules colorées que les êtres vivants produisent. L'auteur y explique comment les pigments sont synthétisés par les cellules, quel est leur rôle dans le fonctionnement de l'organisme et les utilisations qui en sont faites par l'homme, avec ou sans modifications.



Quelle est la vraie vitesse de la lumière ? – Jean-Louis Bobin

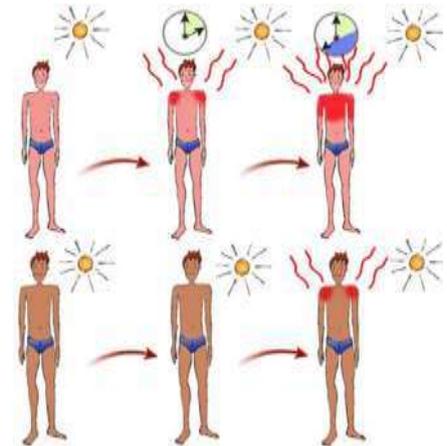
Quelle est la vraie vitesse de la lumière ? D'abord, qu'est-ce que la lumière ? À quelle vitesse va-t-elle ? Le sait-on précisément ? De quelles façons cette mesure est-elle possible ? Et cela change-t-il quelque chose à la vision que nous avons de l'Univers ?

Webographie

1) Les effets du soleil : le pour et le contre

<https://sites.google.com/site/tpesoleil2012/effets-sur-le-corps-humain/2-effets-negatifs-sur-le-corps-humain>

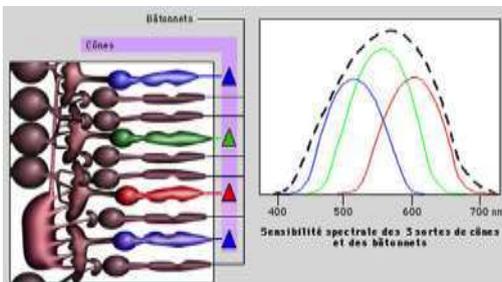
Des études ont montré que les rayons du soleil ont plusieurs effets positifs sur le corps humain.



2) Cônes et bâtonnets

<https://halolanuit.wordpress.com/2010/07/08/coup-d%E2%80%99oeil-sur-l%E2%80%99oeil/>

« Avec son inadaptation à la noirceur, l'espèce humaine se métamorphose en espèce lumen. »



3) La terre illuminée

<https://www.youtube.com/watch?v=lp2ZGND1I9Q>

Nouvelle-aquitaine vue de nuit
(<https://goo.gl/images/vkL2C9>)



4) Les métiers de la lumière

5) La fondation la main à la pâte

<http://www.fondation-lamap.org/fr/page/11433/ombres-et-lumiere>

6) Optique et lumière au Palais de la découverte et à la cité des sciences

<http://www.palais-decouverte.fr/fr/au-programme/expositions-permanentes/toutes-les-salles/salles-de-physique/les-exposes/>

<http://www.cite-sciences.fr/fr/au-programme/expos-permanentes/expos-permanentes-dexplora/jeux-de-lumiere/>

7) Quelques vidéos

Comment peut-on adapter sa vision ?	
Comment l'oeil voit-il ? (KEZAKO) www.youtube.com/watch?v=uoTrhX71HTw	
Œil vision images 2/4 www.youtube.com/watch?v=AYi_qS5IKKA	
La Presbytie, Qu'est-ce que c'est ? www.youtube.com/watch?v=ykRrP--bNI8	
Comment l'oeil voit-il ? (KEZAKO) www.youtube.com/watch?v=uoTrhX71HTw	
Pourquoi le ciel est bleu ?(KEZAKO) www.youtube.com/watch?v=jk1uv1ld_M	
Comment dévier la lumière ?	
Notion d'indice de réfraction (S. Roques) www.youtube.com/watch?v=zvqpkXY3Hc8	
Qu'est-ce qu'un mirage ? (KEZAKO) www.youtube.com/watch?v=jHyrsi9-fL8	
Pourquoi les arcs-en-ciel sont-ils incurvés ? (KEZAKO) www.youtube.com/watch?v=pzWjlAs63Js	
Comment transmettre un son à la vitesse de la lumière ?	
Histoire des télécommunications et de la Fibre optique (National Geographic) www.youtube.com/watch?v=0kjlITYI9Lk	
Pourquoi les objets sont-ils colorés?	
Comment fonctionne un écran LCD ? (KEZAKO) www.youtube.com/watch?v=1CRCkkrKU	
Quelle est la différence entre phosphorescence et fluorescence ? (KEZAKO) www.youtube.com/watch?v=UUq--6oUoM	



Comment une image est-elle captée par un système d'imagerie numérique ?	
Comment crée-t-on de l'électricité avec de la lumière ? (KEZAKO) www.youtube.com/watch?v=T1LRKvdlGDo	
Comment fait-on pour voir en relief ? (KEZAKO) https://www.youtube.com/watch?v=JzhBh6tchmQ	
Comment fonctionne le laser ? (KEZAKO) www.youtube.com/watch?v=KxkuqxKH_Tw	

8) Un dossier

Les découvertes de la chronobiologie, Dos Santos Gwendoline & Mahler Thomas. Le Point 2320, 23 février 2017, p.48-61

http://www.sf-chronobiologie.org/wp-content/uploads/2017/04/Dossier-Chronobiologie_LePoint_23fevrier2017-sans-couverture.pdf

9) Une revue

L'actualité chimique, Le journal de la Société Chimique de France. Juin-Juillet 2015 n°397-398, *La chimie fête la lumière*. <http://www.lactualitechimique.org/numero/397-398>

10) Un serious game

Vis ma vue (Groupe Genius); aborder le handicap visuel en classe <https://www.reseau-canope.fr/vis-ma-vue/>

Association Nationale pour la Protection du Ciel et de l'Environnement Nocturnes
<https://www.anpcen.fr/>

<http://culturesciencesphysique.ens-lyon.fr/ressource/pollution-lumineuse-1.xml>

<http://culturesciencesphysique.ens-lyon.fr/ressource/pollution-lumineuse-2.xml>

<http://culturesciencesphysique.ens-lyon.fr/ressource/pollution-lumineuse-3.xml>

Exposition numérique (histoire de la lumière) <http://iris.univ-lille1.fr/expo/lumiere>