

Le laser dans les programmes d'enseignement : quelques pistes de réinvestissement



Cinquième

C – La lumière : sources et propagation rectiligne

La propagation rectiligne, élément nouveau par rapport l'école primaire, est un excellent moyen pour introduire la notion de modèle avec le rayon lumineux.

Connaissances	Capacités	Commentaires
SOURCES DE LUMIÈRE – VISION D'UN OBJET : comment éclairer et voir un objet ?		
Le laser présente un danger pour l'œil	Identifier le risque correspondant, respecter les règles de sécurité	Thème de convergence : sécurité
Comment se propage la lumière ?		
La lumière se propage de façon rectiligne . Le trajet rectiligne de la lumière est modélisé par le rayon lumineux	Faire un schéma normalisé du rayon lumineux en respectant les conventions.	

Quatrième

C3 – Vitesse de la lumière

Les élèves ont vu en cinquième que la lumière se propage en ligne droite. L'étude de la vitesse de la lumière est l'occasion d'aborder un autre exemple de relation de **proportionnalité**.

Connaissances	Capacités	Commentaires
Dans quels milieux et à quelle vitesse se propage la lumière ?		
<p>La lumière peut se propager dans le vide et dans des milieux transparents comme l'air, l'eau et le verre.</p> <p>Vitesse de la lumière dans le vide (3×10^8 m/s ou 300 000 km/s)</p>	<p><i>Rechercher, extraire et organiser l'information utile relative à la vitesse de la lumière.</i></p> <p>Traduire par une relation mathématique la relation entre distance, vitesse et durée.</p> <p>Calculer, utiliser une formule.</p>	<p>En ce qui concerne la vitesse de la lumière, l'enseignant se limitera des calculs simples non répétitifs. On n'introduira pas le terme « célérité »,</p>

C'est Pas Sorcier

Les sorciers décrochent la Lune

Riff Productions



- ▶ Extrait exploitable disponible à l'adresse http://c-est-pas-sorcier.france3.fr/?id_article=70&page=emission
- 1. Qu'utilise-t-on pour déterminer la distance Terre-Lune ?
- 2. Quelle est la vitesse de la lumière dans le vide ?
- 3. Quelle est la durée d'un aller-retour entre la Terre et la Lune à la vitesse de la lumière ?
- 4. Écrire le calcul permettant de retrouver la valeur de la distance donnée par Fred.
- 5. Quelle serait la distance parcourue par la lumière dans le vide pendant 1 an ?
- 6. La précision du résultat donné par Fred est-elle réaliste ? Argumenter.



SPH06A – 6 et 7 février 2014

Seconde (1 / 3)

La santé

Notions et contenus	Compétences attendues
Le diagnostic médical	
<p>Ondes sonores, ondes électromagnétiques. Domaines de fréquences.</p> <p>Propagation rectiligne de la lumière. Vitesse de la lumière dans le vide et dans l'air.</p> <p>Réfraction et réflexion totale.</p>	<p>Extraire et exploiter des informations concernant la nature des ondes et leurs fréquences en fonction de l'application médicale.</p> <p>Connaître une valeur approchée de la vitesse du son dans l'air.</p> <p>Connaître la valeur de la vitesse de la lumière dans le vide (ou dans l'air).</p> <p><i>Pratiquer une démarche expérimentale sur la réfraction et la réflexion totale.</i></p> <p><i>Pratiquer une démarche expérimentale pour comprendre le principe de méthodes d'exploration et l'influence des propriétés des milieux de propagation.</i></p>

Seconde (2 / 3)

L'Univers

Notions et contenus	Compétences attendues
Une première présentation de l'Univers	
<p>Propagation rectiligne de la lumière. Vitesse de la lumière dans le vide et dans l'air.</p> <p>L'année de lumière.</p>	<p>Connaître la valeur de la vitesse de la lumière dans le vide (ou dans l'air).</p> <p>Connaître la définition de l'année de lumière et son intérêt. Expliquer l'expression : « voir loin, c'est voir dans le passé ».</p> <p>Utiliser les puissances de 10 dans l'évaluation des ordres de grandeur.</p>

Seconde (3 / 3)

L'Univers

Notions et contenus	Compétences attendues
Les étoiles	
Les spectres d'émission et d'absorption : spectres continus d'origine thermique, spectres de raies .	Repérer, par sa longueur d'onde dans un spectre d'émission ou d'absorption une radiation caractéristique d'une entité chimique.
Raies d'émission ou d'absorption d'un atome ou d'un ion.	Utiliser un système dispersif pour visualiser des spectres d'émission et d'absorption et comparer ces spectres à celui de la lumière blanche.
Caractérisation d'une radiation par sa longueur d'onde .	Savoir que la longueur d'onde caractérise dans l'air et dans le vide une radiation monochromatique.

Première S

Observer : couleurs et images

Notions et contenus	Compétences attendues
Sources de lumière colorée	
<p>Différentes sources de lumière : étoiles, lampes variées, laser, DEL, etc.</p> <p>Domaines des ondes électromagnétiques.</p> <p>Interaction lumière-matière : émission et absorption.</p> <p>Quantification des niveaux d'énergie de la matière.</p> <p>Modèle corpusculaire de la lumière : le photon. Énergie d'un photon.</p> <p>Relation $\Delta E = h\nu$ dans les échanges d'énergie.</p>	<p>Distinguer une source polychromatique d'une source monochromatique caractérisée par une longueur d'onde dans le vide.</p> <p>Interpréter les échanges d'énergie entre lumière et matière à l'aide du modèle corpusculaire de la lumière.</p> <p>Connaître les relations $\lambda = c/\nu$ et $\Delta E = h\nu$ et les utiliser pour exploiter un diagramme de niveaux d'énergie.</p>

Première ST2S

PÔLE “PHYSIQUE ET SANTÉ”

Notions et contenus

La vision

1.4 Réflexion totale ;fibroscopie

Rappels succincts sur la réfraction de la lumière

Réflexion totale

Application aux **fibres optiques et à la fibroscopie**

2.1 Les radiations électromagnétiques visibles

Domaine des longueurs d’ondes visibles

Courbe d’absorption

Laser et applications :

- **propriétés du faisceau laser : monochromaticité, directivité, densité d’énergie ;**
- **utilisations en chirurgie, ophtalmologie, oncologie, dermatologie, cardiologie.**

Première STI2D – STL

Santé

Notions et contenus	Capacités exigibles
Prévention et soin	
Le rayonnement laser. Protection contre les risques du rayonnement laser.	<ul style="list-style-type: none">– Extraire d'une documentation les principales caractéristiques d'un laser et les différents types de soins effectués à l'aide des lasers.– Mettre en évidence expérimentalement les propriétés d'un faisceau laser en respectant les consignes de sécurité.

Terminale S (1 / 3)

Observer : ondes et matière

Notions et contenus	Compétences attendues
Propriétés des ondes	
<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.</p> <p>Connaître et exploiter la relation $\theta = \lambda/a$.</p> <p>Identifier les situations physiques où il est pertinent de prendre en compte le phénomène de diffraction. <i>Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier ou utiliser le phénomène de diffraction dans le cas des ondes lumineuses.</i></p> <p>Connaître et exploiter les conditions d'interférences constructives et destructives pour des ondes monochromatiques.</p> <p><i>Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier quantitativement le phénomène d'interférence dans le cas des ondes lumineuses.</i></p> <p><i>Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour mesurer une vitesse en utilisant l'effet Doppler.</i></p> <p>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>

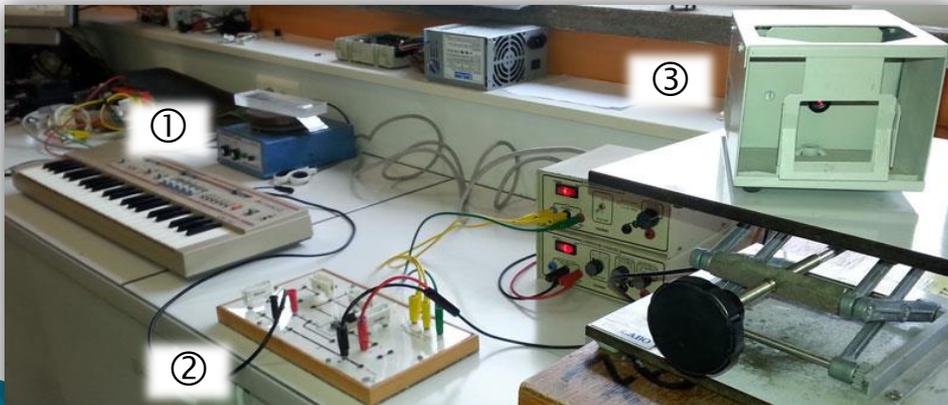
Terminale S (2/3)

Comprendre : lois et modèles

Notions et contenus	Compétences attendues
Énergie, matière et rayonnement	
Transferts quantiques d'énergie Émission et absorption quantiques. Émission stimulée et amplification d'une onde lumineuse. Oscillateur optique : principe du laser.	Connaître le principe de l'émission stimulée et les principales propriétés du laser (directivité, monochromaticité, concentration spatiale et temporelle de l'énergie). <i>Mettre en œuvre un protocole expérimental utilisant un laser comme outil d'investigation ou pour transmettre de l'information.</i>
Transitions d'énergie : électroniques, vibratoires	Associer un domaine spectral à la nature de la transition mise en jeu.

Transmission d'un son grâce au laser

- ① Synthétiseur ou GBF
- ② AO inverseur : amplification jusqu'à saturation de la tension \Rightarrow signal carré
- ③ Modulation TTL de la diode laser
- ④ Récepteur = photopile, branchée sur l'entrée d'un amplificateur audio. [Vidéo](#)



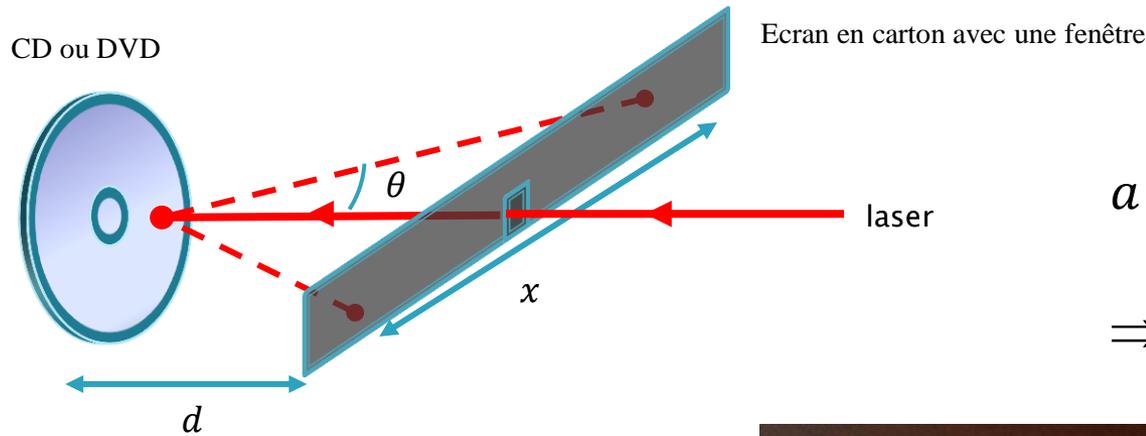
Terminale S (3 / 3)

Agir : défis du XXIe siècle

Notions et contenus	Compétences attendues
Transmettre et stocker de l'information	
Chaîne de transmission d'informations	Identifier les éléments d'une chaîne de transmission d'informations. Recueillir et exploiter des informations concernant des éléments de chaînes de transmission d'informations et leur évolution récente.
Procédés physiques de transmission Propagation libre et propagation guidée. Transmission : <ul style="list-style-type: none">- par câble ;- par fibre optique : notion de mode ;- transmission hertzienne. Débit binaire. Atténuations.	Exploiter des informations pour comparer les différents types de transmission. Caractériser une transmission numérique par son débit binaire. Évaluer l'affaiblissement d'un signal à l'aide du coefficient d'atténuation. Mettre en œuvre un dispositif de transmission de données (câble, fibre optique).
Stockage optique Écriture et lecture des données sur un disque optique. Capacités de stockage.	Expliquer le principe de la lecture par une approche interférentielle. Relier la capacité de stockage et son évolution au phénomène de diffraction.

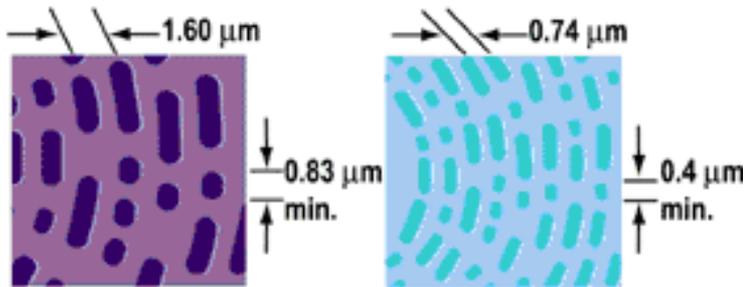
Détermination du pas d'un CD et d'un DVD

BUP vol.94 octobre 2000



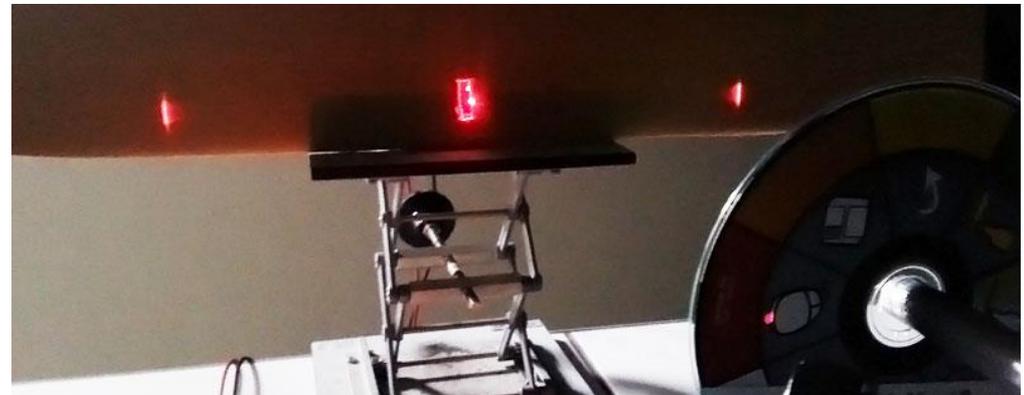
$$a = \frac{\lambda}{\sin \theta} \text{ et } \tan \theta = \frac{x}{2d}$$

$$\Rightarrow a = \frac{\lambda}{\sin\left(\arctan\left(\frac{x}{2d}\right)\right)}$$



CD

DVD



Exemples de résultats :

- $\lambda = 632 \text{ nm}$
- CD : $x = 6,3 \text{ cm}$, $d = 6,6 \text{ cm} \Rightarrow a = 1,5 \mu\text{m}$
- DVD : $x = 31,8 \text{ cm}$, $d = 7,5 \text{ cm} \Rightarrow a = 0,70 \mu\text{m}$

Terminale ST2S

Pôle « physique et santé »

Notions et contenus

5 – Physique et aide aux diagnostics médicaux

5.1. Ondes électromagnétiques et corpuscule associé : le photon

Échelle des longueurs d'ondes pour les différents domaines : γ , X, UV, visible, IR, micro-ondes, ondes hertziennes

Célérité de la lumière dans le vide

Le photon : $E = h\nu = h\frac{c}{\lambda}$

Énergie, fréquence, longueur d'onde

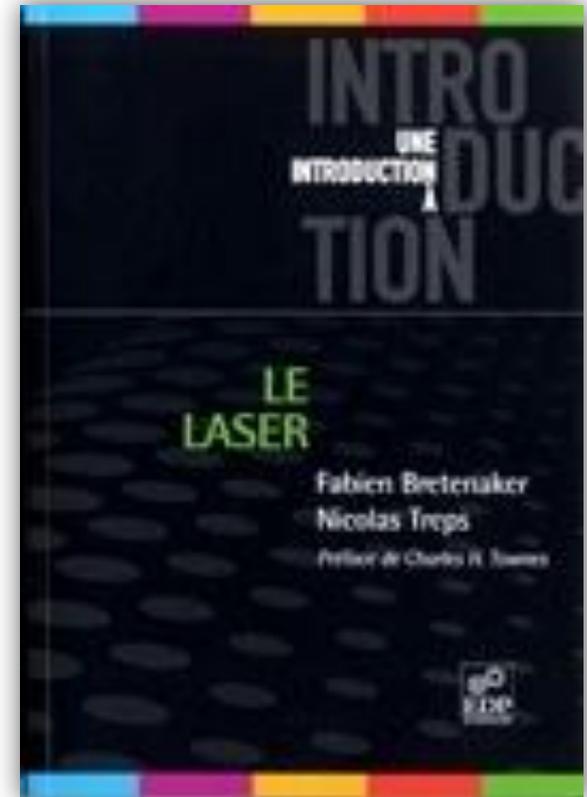
Compléments sur les dangers des rayonnements électromagnétiques

Bibliographie

▶ Une introduction à... le laser

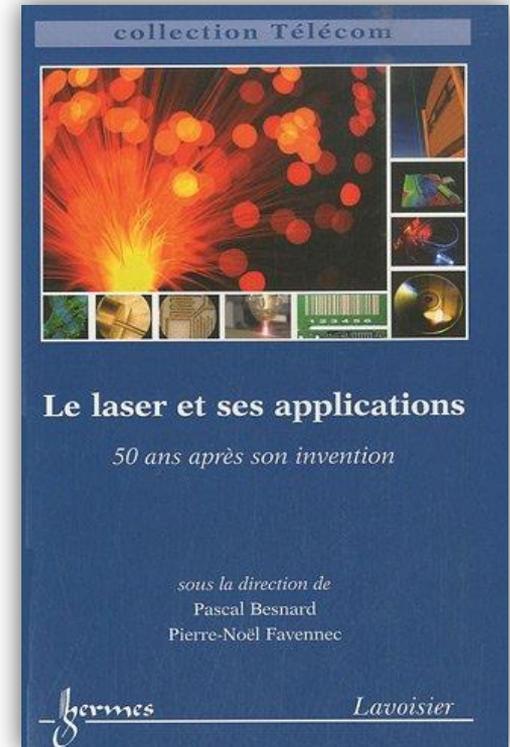
Fabien Bretenaker
Nicolas Treps
EDP Sciences

- ▶ Ce livre préfacé par Charles Townes, prix Nobel et inventeur du laser, a été écrit par les meilleurs spécialistes français du domaine. Après un bref rappel des principes, cet ouvrage offre un panorama des différents types de lasers, des plus petits aux plus puissants. Il effectue un vaste tour d'horizon de leurs applications et donne un aperçu des développements les plus récents.
- ▶ Fabien Bretenaker est directeur de recherche CNRS au laboratoire Aimé Cotton à Orsay et professeur chargé de cours à l'Ecole Polytechnique. Ses recherches concernent la physique des lasers, l'interaction matière-rayonnement, l'optique non-linéaire et le traitement optique des signaux radar.
- ▶ Nicolas Treps est maître de conférences à l'Université Pierre-et-Marie Curie à Paris, chercheur au laboratoire Kastler-Brossel.
- ▶ Ce livre a obtenu le prix Arnulf-Françon 2011 de la Société Française d'Optique. Ce prix récompense la réalisation de supports pédagogiques destinés à l'enseignement de l'Optique dans l'enseignement supérieur.



Bibliographie

- ▶ **Le laser et ses applications : 50 ans après son invention**
Sous la direction de Pascal Besnard et Pierre-Noël Favennec
Hermes Science Publications
- ▶ Cet ouvrage dresse un panorama de ses multiples applications en télécommunications, médecine, métrologie, aérospatiale ou dans les TIC.
- ▶ Rédigé par des spécialistes issus de l'industrie ou de la recherche, il traite de l'introduction des lasers dans des technologies diverses comme le gyrolaser, les technologies fibrées, la biophotonique, le traitement de surface, le laser mégajoule ou l'ingénierie quantique.



Bibliographie

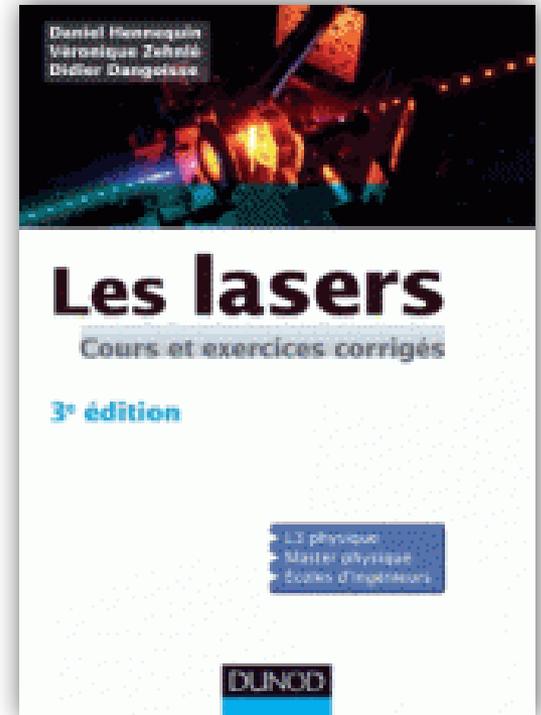
- ▶ **Les lasers – Cours et exercices corrigés**

Daniel Hennequin
Véronique Zehnlé
Didier Dangoisse
Dunod

- ▶ Les premiers chapitres abordent de façon progressive les fondements de la physique des lasers depuis les concepts de base (amplification lumineuse, cavités lasers) jusqu'à la théorie semi-classique. Ils sont suivis d'une description des principaux lasers d'utilisation courante et d'une introduction à l'optique non linéaire.

- ▶ Voir surtout les chapitres suivants :

- Chapitre 1. Principes de bases et modélisation
- Chapitre 7. Principaux lasers
- Chapitre 8. Quelques applications des lasers



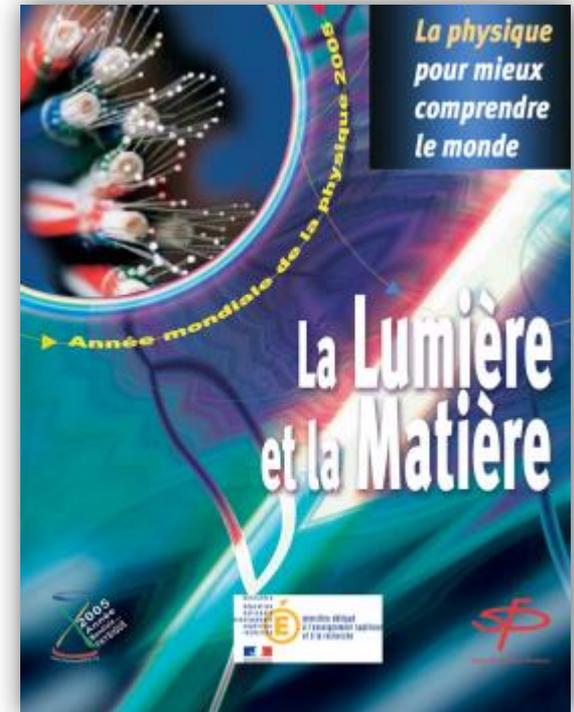
Bibliographie

- ▶ **La lumière et la matière**

Brochure conçue sous la responsabilité de Bernard Jacquier, professeur à l'université de Lyon II et Jean Vannimenus, directeur de recherche à l'Ecole Normale supérieure.

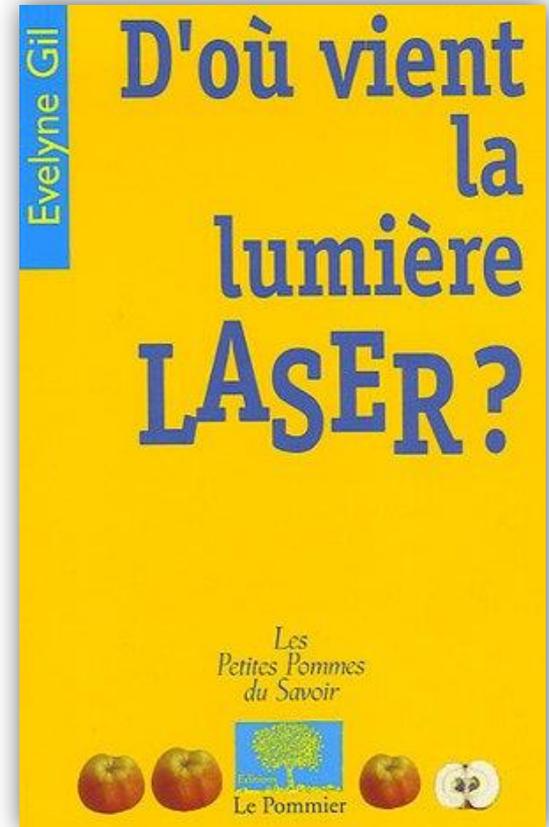
- ▶ Pour *L'année mondiale de la physique*, la Société Française de Physique a publié quatre brochures faisant le point sur les progrès, l'importance et les enjeux de ce grand domaine de la Science. Ces brochures ont été réalisées et éditées par EDP Sciences, avec le soutien du ministère de l'Education Nationale, de l'Enseignement supérieur et de la recherche, et du Centre National de Documentation Pédagogique. Elles sont disponibles gratuitement auprès des centres régionaux CNDP et auprès de la SFP.

- ▶ Brochure téléchargeable à l'adresse http://physique.univ-lille1.fr/digitalAssets/17/17320_edp_lumiere.pdf



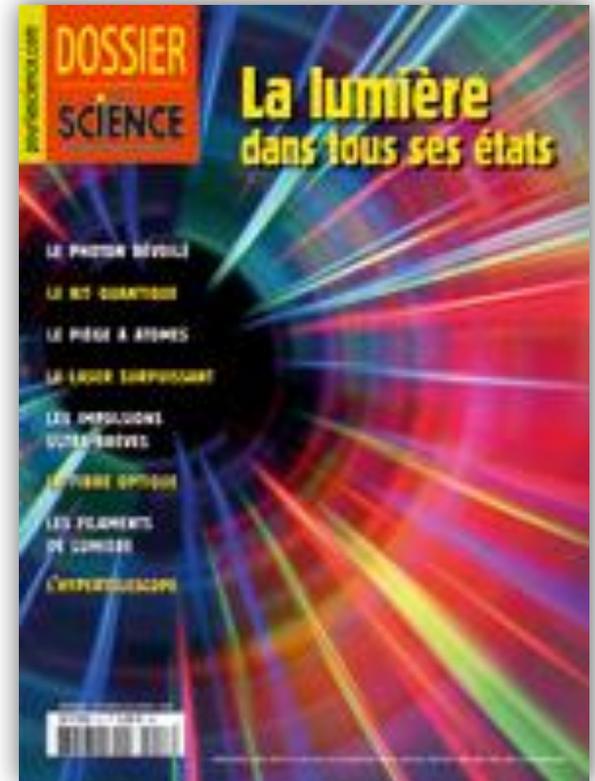
Bibliographie

- ▶ **D'où vient la lumière laser ?**
Evelyne Gil
Les Petites Pommes du Savoir
- ▶ Qu'est-ce que la lumière Laser ? En quoi est-elle différente de la lumière du Soleil ou de celle d'une ampoule ? Comment peut-elle servir à des applications aussi diverses que la chirurgie, la lecture de CD et de DVD, la découpe, les télécommunications... ? Pourquoi est-elle si énergétique ? Les sabres Laser peuvent-ils réellement exister ?... Autant de questions qui peuvent recevoir des réponses simples et... lumineuses.



Bibliographie

- ▶ **Dossier Pour la Science**
La lumière dans tous ses états
Octobre/décembre 2006
- ▶ Arpenter l'espace à l'aide de lasers
- ▶ Atomes froids et condensats quantiques
- ▶ La fibre optique embobine la Terre
- ▶ Lasers à impulsions ultracourtes
- ▶ Le laser et le renouveau de l'optique
- ▶ Les lasers à impulsions, règles graduées en fréquences
- ▶ Les lasers d'intensité extrême
- ▶ Pincés et ciseaux optiques



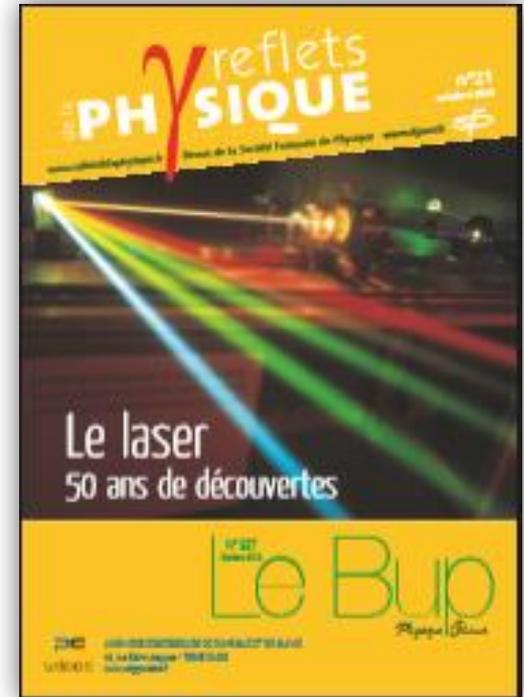
Bibliographie

- ▶ Les dossiers de La Recherche
La lumière quantique
Février 2010



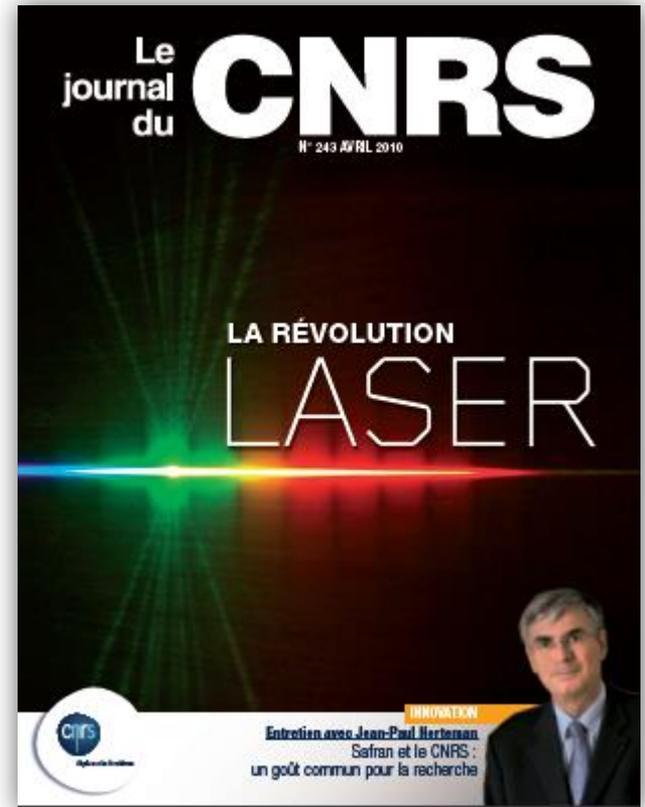
Bibliographie

- ▶ **Le laser 50 ans de découverte**
Le BUP n°927 – Octobre 2010
- ▶ Histoire et principe des lasers
- ▶ Les lasers de l'extrême
- ▶ Mesure de grande précision
- ▶ Quelques exemples d'application des lasers
- ▶ Numéro téléchargeable à l'adresse
http://www.refletsdelaphysique.fr/articles/refdp/pdf/2010/04/refdp_21-Laser.pdf



Bibliographie

- ▶ **La révolution laser**
Le journal du CNRS n°243 – Avril 2010
- ▶ Récit d'une découverte lumineuse
- ▶ Des lasers à tout faire
- ▶ D'autres promesses pour demain
- ▶ Numéro téléchargeable à l'adresse
<http://www.cnrs.fr/fr/pdf/jdc/JDC243.pdf>



Réinvestissement

À l'aide du document fourni
et/ou de vos ressources personnelles

Élaborer une
activité :

- Nature ?
- Place dans la progression ?

Objectif(s)
visé(s)

Compétence(s)
mobilisée(s)

Réalisation : 1h

Mise en commun et analyse critique : 5 à 10 minutes par groupe