

# Ressources numériques en « Optique pour l'instrumentation »

Pascal PICART, Nicolas POSTEC  
{pascal.picart,nicolas.postec}@univ-lemans.fr  
Université du Maine, Avenue Olivier Messiaen, 72085 LE MANS, cedex 9

**RESUME** Cet article présente le projet « Optique pour l'instrumentation » qui vise à produire au niveau national un ensemble de ressources numériques pédagogiques libres de droit couvrant le domaine de l'instrumentation optique.

**Mots clés :** Ressources numériques, optique, instrumentation, enseignement à distance, e-learning, XML

## 1 INTRODUCTION

La mise à disposition de ressources numériques de cours scénarisées pour les formations en Universités ou Ecoles d'Ingénieurs est un des facteurs du développement de l'autonomie des étudiants dans l'acquisition des connaissances. Les établissements partenaires du projet ont manifesté leur intérêt dans cette approche de l'enseignement car ils sont convaincus que les ressources numériques sont un réel facteur d'amélioration des pratiques pédagogiques traditionnelles. La mise en commun des différentes compétences présentes dans ces établissements partenaires vise à garantir aux futurs usagers une qualité des ressources tant sur le plan scientifique que pédagogique.

Cet article présente le projet dans son ensemble, en décrivant les objectifs pédagogiques poursuivis, la structuration des contenus proposée et la charte graphique développée spécialement pour ce projet. Elle aborde en dernier lieu les aspects stratégiques d'usages, de développement et de valorisation de cet investissement pour les établissements partenaires.

## 2 PARTENAIRES

Ce projet s'appuie sur l'expertise d'un réseau d'établissements partenaires (Universités et Ecoles d'Ingénieurs) qui, forts de leurs compétences dans le domaine et des recouvrements existant entre leurs différents enseignements, souhaitent produire et mutualiser des ressources numériques de niveau Master pour construire un ensemble de cours faisant référence à l'échelle nationale.

Les partenaires du projet sont les suivants :

Université du Maine  
Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs du Mans  
Institut d'Optique Graduate School  
Université de St-Etienne  
Université d'Angers  
ISTASE – St-Etienne  
Ecole des Mines de Nantes  
EPF – Ecole d'Ingénieurs

Par ailleurs ce projet est soutenu par la communauté des enseignants-chercheurs en optique regroupés à travers deux entités de la Société Française d'Optique (SFO) :

- La commission enseignement de la SFO
- Le club CMOI (Contrôle et Mesures Optiques pour l'Industrie) de la SFO, dont l'un des objectifs est la diffusion des connaissances et la présentation des évolutions technologiques du domaine notamment en direction du secteur industriel.

Ce projet a été soutenu et en partie financé par UNIT (Université Numérique en Ingénierie et Technologie) qui est une des sept Universités Numériques Thématiques (UNT) mises en place par le MENSER à la suite des campus numériques. Ces universités « Disciplinaires » ont notamment vocation à produire ou recenser au niveau national des ressources pédagogiques de haut niveau scientifique.

## 3 OBJECTIFS PEDAGOGIQUES

Le projet « Optique pour l'instrumentation » vise à créer des ressources numériques de cours spécifiques au domaine de l'Instrumentation Optique.

Ce domaine transversal est une composante essentielle des sciences de l'ingénieur. Elle est nécessaire à la formation des technologues de haut niveau qui intégreront des systèmes de mesures optiques dans des capteurs intelligents (imagerie active pour l'automobile ou l'aéronautique, biopuces optiques, métrologie optique du vivant, matériaux intelligents, MOEM'S, ...).

Dans ce contexte, le projet « Optique pour l'instrumentation » propose de créer un ensemble de plus de 32 ressources de formation segmentées en « grains » de 5H00 pouvant être associés pour constituer, selon les situations, des parcours de formations individualisés à un niveau Master. Les ressources produites pourront être utilisées dans les formations initiales, en complément du présentiel ou à distance et elles visent également à fournir des ressources de cours permettant de répondre aux besoins constants de formation des professionnels du secteur.

## 4 STRUCTURATION DU DOMAINE DES CONNAISSANCES

Pour parvenir à couvrir l'ensemble du champ des connaissances scientifiques du domaine de l'optique pour l'instrumentation, le consortium a travaillé dans un premier temps à l'élaboration d'un réfé-

rentiel de formation découpé en 12 « modules » et 64 « grains » de cours qui couvrent tout le domaine. Au terme de ce travail une sélection de 32 grains a été opérée pour garantir une production sur 2007 et 2008. Ce choix s'est effectué en tenant compte des intérêts exprimés par chaque partenaire mais aussi de manière à composer un ensemble cohérent de connaissances vis-à-vis d'un public d'étudiants ou d'utilisateurs souhaitant appréhender le domaine. Les 32 grains sélectionnés pour le projet sont présentés ci après :

MODULE	N°GRAIN	TITRE
SOURCES	1	Principes de base
	2	Propriétés du faisceau laser
	3	Applications des lasers / Sécurité laser
OPTIQUE POUR L'ASTRONOMIE	1	Principes de base
	2	La turbulence atmosphérique
	3	L'optique adaptative
ANALYSE D'IMAGES	1	Rehaussement, restauration, codage et compression des images
	2	Détection de contours
	3	Diagnostic à partir d'images
PROPAGATION GUIDÉE	1	Ondes guidées
	2	Exemples de structures guidantes
MICRO OPTIQUE	1	Introduction aux micro-systèmes optiques
	2	Applications de la micro-optique
CONCEPTION DE CAPTEURS OPTRONIQUES	1	Conception de capteurs optroniques
	2	Exemples de capteurs optroniques
CAPTEURS POUR LA PHOTONIQUE ET L'IMAGERIE	1	Emetteurs à semi-conducteurs
	2	Généralités sur la détection dans le visible et le proche IR
	3	Applications spécifiques
	4	Principes de base des capteurs d'images
	5	Colorimétrie
CAPTEURS A FIBRES OPTIQUES ET COMPOSANTS FIBRES	1	Mesures réparties et distribuées
	2	Composants à fibres optiques
OPTIQUE DE FOURIER	1	Formation des images
	2	Filtrage en optique
HOLOGRAPHIE	1	Enregistrement/reconstruction
	2	Applications métrologiques
MICROSCOPIE OPTIQUE	1	Principe de base
	2	Techniques microscopiques
METROLOGIE OPTIQUE	1	Incertitudes de mesures
	2	Interférométrie
	3	Mesurandes et dispositifs de mesures

Tableau 1 : Modules et grains

*Le projet est structuré en 12 modules segmentés en 32 grains de 5 Heures équivalent présentiel soit un total de 160 heures équivalent présentiel*

## 5 ETAT DE L'ART

Actuellement, les ressources existantes sur ce thème sur le Web francophone sont peu nombreuses. Les ressources référencées sont souvent inadaptées ou trop partielles pour être proposées en l'état dans des enseignements de niveau Master ou d'Ecole d'Ingénieurs.

Dans ce paysage, deux projets parallèles sont liés au projet présenté.

Le projet de base de données porté par la commission «Enseignement» de la SFO qui vise à regrouper différents types de ressources susceptibles d'être utiles aux enseignants qui interviennent dans le domaine de l'optique dans l'enseignement supérieur (figures, photographies, graphiques, animations, etc..). Le projet SFOPédago prévoit de créer un espace réservé aux ressources de cours, TD, TP recueillies dans les établissements. Cette base est ouverte du niveau L1 au niveau M2 et couvre le vaste domaine de l'optique.

Le projet TIM-UNIT soutenu par la communauté du club EEA et du GDR ISIS a récemment permis la production de ressources hypermédia sur le thème du traitement de l'image. C'est la seule ressource scientifique structurée présente sur Internet ayant un point commun avec le projet « Optique pour l'instrumentation ». Il ne s'agit cependant pas du même public cible ni du même contenu de cours. Le lecteur notera que le traitement de l'image est une des composantes parmi d'autres de l'instrumentation optique.

Le projet « Optique pour l'instrumentation » apporte ainsi une contribution ciblée sur le niveau Master dans le domaine de l'instrumentation, par rapport à l'état de l'art décrit ci dessus.

## 6 DIFFUSION

Dans le but de toucher un public d'enseignants et d'utilisateurs dépassant largement le cadre des établissements partenaires, les ressources produites seront accessibles en libre accès sur Internet et téléchargeables soit depuis les portails d'UNIT, des établissements partenaires ou du portail de la SFO. Il est à noter que la mise à disposition de ces ressources dans la base SFO offre au projet une visibilité nationale et européenne par le biais de l'European Optical Society (EOS – Société Européenne d'Optique).

Tous les auteurs participant à la production des modules ont ainsi accepté de mettre à disposition de la communauté leur contribution sous la forme de la licence de type « GNU free documentation » pour le respect de la paternité de chaque ressource et pour interdire l'usage commercial.

Cet effort des auteurs, promeut une démarche novatrice d'ouverture des ressources à des publics non captifs de nos établissements – ce souhait à été proposé dans un esprit de mutualisation et d'échanges inter-établissements posé dès le départ du projet.

## 7 LANGUE

Par défaut les ressources sont produites en langue Française ce qui permet de toucher un public francophone international. Cependant la traduction de certains grains en langue Anglaise est actuellement envisagée par les partenaires afin d'atteindre les objectifs suivants : rayonner au niveau international (présence de la communauté d'optique française sur le WEB et participation des établissements partenaires à des masters Européens), former les étudiants utilisateurs à la pratique de l'anglais (niveau requis au TOEIC/TOEFL), acquisition de l'anglais technique pour les étudiants francophones.

## 8 STRUCTURATION DES GRAINS PEDAGOGIQUES

Chaque grain de 5H00 respecte la structure pédagogique présentée ci-dessous.



fig 1 : Structuration d'un grain pédagogique

Les parties constituant le grain sont définies ainsi :

La partie **cours** permet de présenter les apports théoriques définis dans les objectifs de formation du module. Ces contenus font l'objet d'un travail de scénarisation documentaire qui permet de proposer la même ligne éditoriale pour l'affichage des paragraphes de nature sémantique identique (ainsi une conclusion, une définition, un exemple bénéficient d'un affichage graphique unique et facilement identifiable).

D'autre part, un travail d'uniformisation des symboles utilisés dans les équations pour l'ensemble du projet permet de proposer aux étudiants une notation et une formulation scientifique cohérente entre les différents grains.

La partie **exercice** permet à l'étudiant de vérifier l'acquisition des connaissances proposées dans la partie « cours » via un ou plusieurs exercices corrigés qui peut prendre la forme d'un ensemble de question/réponse ou bien de petits exercices de calcul.

La partie **étude de cas** est fondamentale dans l'approche de « l'optique pour l'instrumentation » traitée par le consortium dans ce projet. Il s'agit de présenter une application technologique en lien étroit avec le concept théorique abordé dans le grain. Celle-ci peut prendre la forme d'une étude de cas concrète ou d'un descriptif de matériel commercial innovant. Cependant, cette partie n'est pas un TP.

Le choix d'une segmentation en grains de 5H00 permet de garantir une utilisation effective des ressource

ces dans différents contextes et pour différents publics : accompagnement/complément du présentiel, formation à distance, réutilisation des supports de cours ou des TD, etc..

## 9 CHOIX TECHNIQUES

Afin de favoriser la pérennité des ressources pédagogiques, leur réutilisation et leur recombinaison chez les différents partenaires, nous avons opté pour un développement des ressources via un éditeur XML, l'outil « SCENARI 3 », et un référencement des ressources respectant les normes et standards proposées dans le cadre de l'UNIT (LOM-Fr pour l'indexation des ressources, schéma pivot Inter-UNT pour la structure XML).

Il s'agit d'assurer à travers une indexation rigoureuse des ressources en LOM-fr une meilleure visibilité des ressources produites (moteurs de recherche, portails établissements ou inter-établissement, portail UNIT, base SFO, ...) et à travers le XML de garantir d'une part une production multi-support et d'autre part de garantir également la possibilité d'une réelle maintenance des ressources stockées dans les établissements producteurs. Par ailleurs, ces ressources seront proposées à terme sur un serveur OAI (Open Archive Initiative) dans le but de permettre à des méta-serveurs de venir moissonner et proposer ces ressources.

Enfin dans le but de permettre une compatibilité entière avec le projet de la base SFO Pédago, une indexation fine des médias utilisés a été réalisée selon les normes et définitions proposées dans ce projet.

Conformément à l'esprit de mutualisation souhaité et valorisé dans l'UNIT, l'ensemble des ressources produites dans le cadre de ce projet sont en libre accès sur les portails cités ci-dessus.

## 10 VALIDATION SCIENTIFIQUE

Afin de garantir la qualité scientifique des ressources produites, un comité de lecture à été mis en place et est chargé de la validation scientifique des grains après leur production.

## 11 INTERFACE DES MODULES

Afin de proposer une homogénéité de présentation entre les grains et une cohérence d'ensemble pour le projet, une charte graphique spécifique a été produite et sera utilisée exclusivement pour le projet.

La figure 2 présente la page d'accueil de l'un des modules réalisés. On y retrouve notamment la structure en modules ici l'« Holographie » et le grain, ici intitulé « enregistrement/reconstruction ».

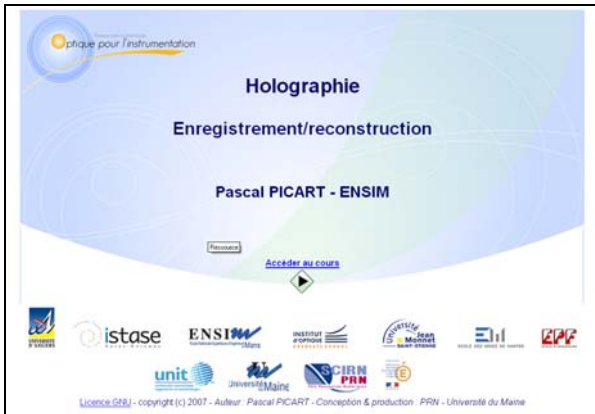


fig 2 : Illustration de la charte graphique du projet : Page d'accueil pour chaque module

Pour la navigation WEB, la ressource est optimisée pour le logiciel Mozilla firefox et un format d'écran d'au moins 1280×1024.

Dans chaque module, une page intermédiaire est dédiée à une présentation succincte du module (résumé, mots clés).



fig 3 : Illustration de la charte graphique du projet : Page de présentation du module

L'interface de cours proprement dite est basée sur l'architecture open source du modèle « OPALE » de l'outil SCENARI. Un effort particulier a été porté à l'iconographie du module (création d'icônes significative pour les fonctions proposées) et sur l'amélioration de la navigation à l'intérieur du module.

La figure 4 montre un exemple d'une fenêtre de « cours », on y retrouve sur la gauche un plan interactif (cliqué/déroulé) en trois parties correspondant à la structure pédagogique choisie pour les modules :

- Cours
- Etude de cas
- Exercice



fig 4 : Illustration de la charte graphique du projet : Interface du module

## 12 USAGES

Les modules développés dans ce projet sont en accès libre et téléchargeables sur Internet. Les usages possibles sont divers.

De part leur nature, ces modules peuvent selon nous être utilisés dans les situations suivantes :

- En complément du présentiel : un enseignant travaillant sur un cours d'holographie au niveau Master peut suggérer à ses étudiants de consulter cette ressource en ligne qui aborde peut être un point complémentaire ou différemment de sa démarche. Il peut également décider d'approfondir, approcher davantage les méthodologies que les théories, transmettre une autre partie de son savoir sachant que les connaissances de bases sont accessibles en ligne.
- En autoformation : ces ressources comportant une partie « cours » et une partie importante d'exercices corrigés qui peuvent servir à des étudiants pour effectuer une remise à niveau (prescrite ou décidée) en autoformation complète.
- De par leur nature, les modules numériques sont directement accessibles de tout point de la planète relié à Internet. On pense donc naturellement à des usages en terme de « formation à distance » car associées aux fonctionnalités des plateformes d'enseignement à distance, ces ressources peuvent servir de base à un cours suivi depuis l'étranger.

Ces diverses possibilités montrent la flexibilité de ce type de ressources qui s'adaptent facilement au mode d'enseignement mis en place que ce soit du tout à distance, du présentiel accompagné, de la formation initiale ou de la validation des acquis.

Il nous apparaît nécessaire cependant de souligner que d'un point de vue pédagogique, elles ne peuvent « remplacer » la confrontation, l'échange et l'interaction de l'étudiant avec ses enseignants et avec ces pairs. C'est donc dans l'aménagement des espaces-temps d'échanges et d'études en autoformation que s'exerce la plus valeur de ce type de formation. Elles permettent par exemple de donner aux étudiants le soin

d'aborder les notions théoriques à leur rythme et revenir travailler avec l'enseignant lorsqu'elles sont acquises et vérifiées par des exercices.

### **13 CONCLUSION**

Face à la multiplicité des sources d'information disponibles sur Internet, l'utilisateur désireux « d'apprendre » est souvent en difficulté lorsqu'il recherche une source d'information fiable et de qualité. Ce projet, porté par un consortium d'Universités et de Grande Ecole de renommées nationales permet de proposer – sur une thématique pointue – un savoir « identifié » libre et gratuit, qui garanti le lecteur de la fiabilité de son contenu. Ces banques de ressources en ligne apporteront pour les établissements – et les auteurs – qui y participent une plus value importante en terme de visibilité nationale et bientôt internationale.

Par ailleurs, ces ressources constituent en interne un « fond » important susceptible de favoriser la multimodalité dans les cursus – leur apport permet d'introduire une flexibilité favorable à la prise d'autonomie des étudiants vis-à-vis de leurs apprentissages et à une meilleure individualisation de la formation donc à de meilleures performances.