

PLAN DE COURS

Physique III
Sciences lettres et arts

Pondération: 2–2–2

Trimestre et année: Hiver 2002

Enseignant: Martin Aubé

E-mail: martin.aube@globetrotter.net

Département: Physique

Institution: Collège de Sherbrooke

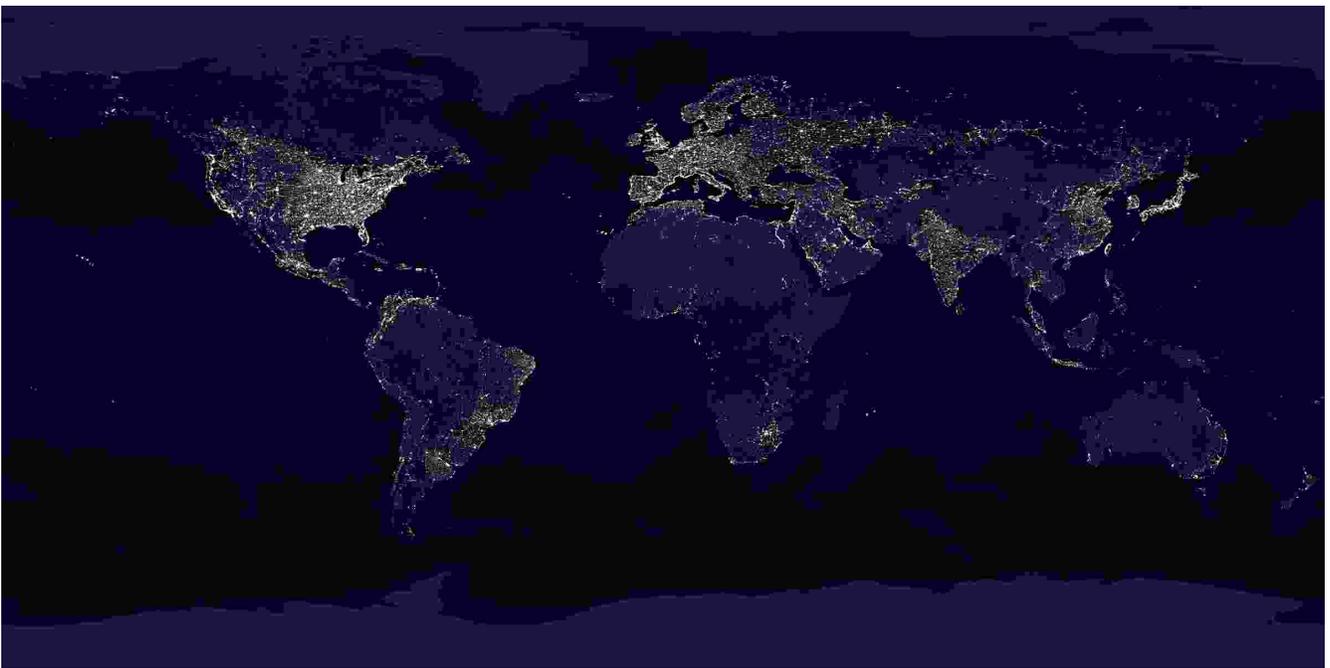


Image satellitale de la lumière émise la nuit acquise par le capteur OLS–DMSP

Objectifs généraux:

- Analyser des propriétés matérielles et des phénomènes à partir des lois de l'électricité et du magnétisme.
- Acquisition d'une méthode de travail pour faciliter la résolution de problèmes nouveaux.
- Développer l'esprit d'initiative et l'autonomie.
- S'initier aux pratiques usuelles en recherche scientifique en réalisant un projet de recherche original, en consignnant les résultats dans un rapport conforme aux exigences caractéristiques des périodiques à comité de lecture, et en réalisant une présentation orale publique en exploitant les supports multimédias.

À la fin de ce cours, l'étudiant devra être en mesure de résoudre tout problème nouveau relié au contenu vu en classe. L'étudiant devra donc adopter une approche compréhensive des phénomènes étudiés (le travail de mémorisation sera minimisé).

Objectif spécifiques:

- Exploiter les concepts mathématiques suivants: dérivée, intégrale, fonctions trigonométriques, série de Taylor, théorème de Fourier, vecteurs, scalaires, angle solide.
- Comprendre les concepts physiques suivants: fréquence, période, amplitude, longueur d'onde, déphasage, intensité, luminance, irradiance, éclairage, réflectance bi-directionnelle, transmittance, diffusion, absorption, fonction de phase, épaisseur optique, section efficace, coefficients d'atténuation, transfert radiatif, polarisation, raie spectrale, moment d'inertie, moment cinétique, moment de force, accélération et vitesse angulaires, énergie cinétique de rotation, électrostatique, distributions de charges, potentiel électrique, magnétostatique, champs magnétiques, sources de champ, solénoïdes, circuits électriques à courants alternatif et continu, lois de Kirchhoff, induction électromagnétique, moteurs, générateurs, transformateurs, chaleur, résistance thermique, chaleur spécifique, puissance, relativité restreinte, erreur, précision.
- Comprendre et savoir utiliser les principes suivants: conservation de l'énergie, conservation de la charge, conservation du moment cinétique.

Méthodologie:

Ce cours sera l'occasion de réaliser le projet pilote d'implantation du Groupe de Recherche et d'Applications en PHYsique du Collège de Sherbrooke (GRAPHYCS). Vous agirez donc comme des pionniers et aurez l'avantage d'inaugurer les activités de recherches du premier centre de recherche du genre dans le réseau collégial québécois. Dans ce contexte, toutes les périodes de laboratoire seront consacrées à la réalisation de projets de recherche dans le domaine du transfert radiatif atmosphérique et des échanges thermiques. La direction du collège a autorisé et appuie fortement la tenu de cette activité. Cet appuie s'est entre autre traduit par des investissements importants pour faciliter sa mise sur pied. Aussi nous aurons accès à un laboratoire presque exclusivement dédié au groupe ainsi qu'à un certain nombre d'équipements dont un parc informatique performant qui rendra possible des travaux en modélisation numérique de haut niveau. Vous disposerez d'un code d'accès confidentiel pour entrer dans ce local. Comme il est difficile d'enchaîner la recherche scientifique dans un horaire restreint et rigide, vous serez encouragés à utiliser ce laboratoire en dehors des périodes déjà prévues à l'horaire.

Toutefois la participation aux heures de laboratoire est obligatoire et votre niveau de participation et d'implication à ces activités seront comptabilisés lors du calcul de la note finale. La réalisation de ce projet pilote impliquera un effort particulier de votre part et à ce titre le cours doit être vu comme une activité d'enrichissement. Un site temporaire a été créé pour centraliser les informations relatives au GRAPHYCS (<http://www.callisto.si.usherb.ca/~85675489/graphycs/>). Ce dernier sera déménagé en début de session vers une adresse sur le site du collège. Un certain nombre de documents relatifs au cours seront éventuellement disponibles sur ce site. Ils pourront donc être lus et imprimés au besoin. Vous êtes fortement encouragés à apprivoiser ce moyen de communication qui sera sans doute un atout important pour l'exercice de votre future profession.

La matière sera présentée sous forme d'ateliers thématiques qui comprendront des exposés magistraux donnés par le professeur au cours desquels il vous est recommandé de prendre des notes afin de mieux assimiler les notions introduites. Le volume de référence permettra de donner une version régulièrement différente de celle proposée par le professeur afin de favoriser une meilleure intégration des concepts. À chaque atelier thématique, vous disposerez d'une série de problèmes permettant l'intégration des connaissances transmises en classe. Des petites démonstrations expérimentales seront insérées durant les exposés théoriques afin de favoriser la compréhension et l'intérêt face à la matière. La majorité des problèmes seront tirés du volume de référence. Des périodes d'exercices se tiendront durant les ateliers. Chaque équipe sera invitée à présenter un résumé et une critique d'un article scientifique pertinent. L'exposé ne devra pas dépasser de 20 minutes. Cette présentation sera évaluée et comptabilisée pour la note finale. À l'occasion, des chercheurs externes au collège seront invités à venir faire des exposés en classe. Nous aurons aussi peut-être à assister à des causeries ou conférences à l'Université de Sherbrooke selon les activités pertinentes organisées par le CARTEL (Centre de Recherches et d'Applications en TÉLÉdéttection).

Contenu détaillé des ateliers thématiques:

Atelier 1: Introduction à la recherche scientifique S1

- Poser la problématique
- Émettre des hypothèse
- Recherche bibliographique et exploration des outils de recherche d'articles via le www
- Établir une méthodologie permettant de vérifier les hypothèses
- Éléments d'une analyse scientifique
- Citations et références
- Structure générale d'un rapport scientifique
- Gestion du travail d'équipe
- Méthode de présentation orale

Atelier 2: Les outils informatiques pour la réduction de données scientifiques. S2–3

- Utilisation d'un tableur pour la modélisation rudimentaire et pour la production de graphiques.
- Initiation au système d'exploitation UNIX (commandes de base, protocoles de communication, gestion des tâches)
- Initiation à la programmation scientifique (FORTRAN77, SHELL)
- Ressources disponibles sur le www (tutoriels, banques de routines de calcul)

Atelier 3: Notions de thermique S4

- Chaleur
- Chaleur spécifique
- Gradient de température
- Conductivité thermique
- Résistance thermique

Atelier 4: Le transfert radiatif S5–S6

- Flux énergétique et intensité énergétique
- Luminance énergétique et flux reçu par un capteur
- Éclairement et exitance
- Réflexion de la radiation
- Réflectance, transmittance et absorptance spectrale hémisphérique, albédo
- Réflectance bi-directionnelle
- Rayonnement du corps noir
- Absorption par les gaz, diffusion atmosphérique
- Rayonnement atmosphérique
- Indice de réfraction complexe
- Sections efficaces, coefficient et efficacité de diffusion et d'atténuation
- Fonction de phase
- Épaisseur optique
- Masse d'air
- Luminance mesurée par un capteur

Atelier 5: L'électrostatique S7–S8

- Champ et force électrique
- Potentiel électrique
- Distributions de charges
- Théorème de Gauss
- Capacité
- Diélectriques

EXAMEN 1: 20% S9

Atelier 6: La magnétostatique S10

- Champ magnétique
- Source de champ magnétique
- Théorème d'Ampère
- Moment magnétique
- Énergie potentielle dans un champ magnétique
- Solénoïdes
- Force de Lorentz (cyclotron, aurores boréales)

Atelier 7: Induction électromagnétique S11

- Flux magnétique
- Loi de Faraday
- Moteurs
- Générateurs
- Transformateurs
- Courants de Foucault

Atelier 8: Circuits électriques à courant continu et alternatif S12–13

- Courant continu et alternatif
- Résistivité et conduction électrique (conducteurs, isolants, semi-conducteurs, supra-conducteurs)
- Résistances
- Loi d'Ohm
- Puissance dissipée
- Lois de Kirchhoff
- Condensateurs
- Inductances
- Résonateurs
- Filtres
- Impédance
- Diodes, transistors, circuits intégrés

Atelier 9: Compléments de mécanique S14–15

- Dynamique de rotation
 - Vitesse et accélération angulaire
 - Moment d'inertie
 - Moment cinétique
 - Moment de force
 - Équivalences avec les équations de la dynamique de translation
 - Conservation de l'énergie
 - Conservation du moment cinétique
 - Cinématique de rotation
- Relativité restreinte

EXAMEN FINAL: 25% S16

Laboratoires:

Les équipes de laboratoire seront constituées de trois étudiants. Il y aura un seul grand projet de recherche pour toute la session qui nécessitera la production d'un rapport d'étape en mi-session et d'un rapport final en fin de session. Ces rapports devront respecter les règles de rédaction usuelles dans le milieu scientifique professionnel. Le rapport d'étape permettra de faire le point sur l'avancement de vos travaux et de réajuster votre échéancier si nécessaire. De plus la correction par le professeur permettra de rendre votre rapport final le plus conforme possible à la pratique en milieu de recherche scientifique. Les activités de recherches seront ponctuées de quelques réunions de groupe afin d'assurer une évolution cohérente des travaux et pour favoriser les interrelations entre les divers projets. À la fin de la session vous devrez présenter oralement vos résultats devant public. Les

étudiants de Sciences de la nature, les étudiants de science lettres et arts, les professeurs, ainsi que les chercheurs membres et associés seront invités à assister à cet atelier. Vous disposerez de 20 minutes pour présenter vos travaux. Cette présentation sera suivie d'une période de questions ne devant pas dépasser 5 minutes. Vous devrez monter votre présentation sur support multimédia.

La liste détaillée des sujets de recherche est disponible sur le site du groupe nous nous contenterons ici d'en énoncer les titres:

1. Conception et réalisation d'un capteur hyperspectral à haute sensibilité destiné à la détection des aérosols nocturnes.
2. Calibrage spectral et élaboration des techniques de réduction numériques pour l'extraction des paramètres physiques des aérosols à partir du capteur hyperspectral à haute sensibilité.
3. Élaboration d'un inventaire spatialisé des sources lumineuses directes et diffuses et mesure de leurs propriétés spectrales.
4. Modélisation 3D du transfert radiatif pour la détermination des propriétés optiques des aérosols nocturnes par l'observation de sources anthropiques directes.
5. Modélisation 3D du transfert radiatif pour la détermination des propriétés optiques des aérosols nocturnes par l'observation de sources anthropiques diffuses.
6. Validation nocturne du modèle AODSEM assimilé aux mesures diurnes du réseau AERONET.
7. Caractérisation des propriétés isolantes du couvert nival destiné à la protection des vignes au Québec.

Évaluations:

Examen 1	(~9 ^e semaine)	20 %
Examen 2	(16 ^e semaine)	25 %
Présentation d'article scientifique		5 %
Rapport d'étape	(8 ^e semaine)	10%
Rapport final	(16 ^e semaine)	20%
Présentation orale	(15 ^e semaine)	10%
Implication et participation		10%

Les deux examens écrits d'une durée de 2 heures chacun feront appel à votre compréhension des phénomènes physiques concernés. Ils seront composés de problèmes originaux (différents de ceux faits en exercices) et appliqués, autant que faire se peut, à la vie de tous les jours. Généralement, ils seront relativement faciles d'un point de vue mathématique. Toutefois, ceux et celles qui n'auront pas fait suffisamment d'exercices et d'étude auront sans doute de la difficulté à identifier le phénomène physique impliqué dans le problème. Vous aurez droit à une feuille recto manuscrite en guise d'aide mémoire. La correction portera principalement sur la démarche et non sur le calcul numérique.

À chaque atelier vous disposerez d'une série d'exercices. À l'occasion, je pourrai sans préavis vous faire passer un petit test au cours duquel vous aurez à répondre à un des exercices déjà fait (aucune notes permises). La durée du petit test sera déterminée de façon à ce que ceux qui auront fait les exercices soient favorisés. Les résultats de ces tests seront considérés comme points bonis lors du calcul de la note finale (2 % par test).

Calendrier approximatif:

<i>Semaine</i>	<i>Activités</i>	<i>Évaluations</i>
S1	Atelier 1–Introduction à la recherche scientifique Formation des équipes de recherche et choix du projet	
S2	Atelier 2–Outils informatiques pour la réduction de données scientifiques Conférencier invité: Alain Royer, CARTEL (fin janvier)	
S3	Atelier 2–suite Présentation article 1	Présentation article 1
S4	Atelier 3–Notions de thermique Présentation article 2	Présentation article 2
S5	Atelier 4–Le transfert radiatif Conférencier invité: Yvon Jolivet, Géographie (fin février)	
S6	Atelier 4–suite Conférencier invité: Xavier Théoret, CARTEL (fin février)	
S7	Atelier 5–L'électrostatique Présentation article 3	Présentation article 3
S8	Atelier 5–suite	Remise du rapport d'étape
S9	Examen	Examen 1 (20%) Ateliers 1–5
S10	Atelier 6–Magnétostatique Présentation article 4	Présentation article 4
S11	Atelier 7–Induction électromagnétique Présentation article 5	Présentation article 5
S12	Atelier 8–Circuits électriques Présentation article 6	Présentation article 6
S13	Atelier 8–suite	
S14	Atelier 9–Compléments de mécanique	
S15	atelier public	Présentation orale des projets
S16	Examen	Examen 2 (25%) Ateliers 6–9 Remise du rapport final

Absences:

UnE étudiantE qui sans raisons valables est absentE à un examen ou un petit test se verra attribuer la note zéro. Si son absence est justifiée, ilELLE devra prendre contact avec le professeur au plus tard 24 heures après l'évaluation pour convenir des modalités de reprise.

Français écrit:

Lors de la correction des rapports de recherche, un maximum de 10 % de la note pourra être perdue en raison de la mauvaise qualité de la langue.

Disponibilité:

Vous pourrez me rencontrer à mon bureau situé au département de physique. Mes périodes de disponibilité vous seront communiquées en début de session. Je serai aussi facile à rejoindre par e-mail à l'adresse figurant sur la page couverture.

Médiagraphie:

Lecture obligatoire:

Ouvrage principal (vous devez impérativement vous procurer ce volume):

BENSON, Harris, (PHYSIQUE 2) Électricité et magnétisme, ÉRPI (2ième édition).

Pour la dynamique de rotation et la thermique:

BENSON, Harris, (PHYSIQUE 1) Mécanique, ÉRPI (2ième édition).

Pour la relativité restreinte:

BENSON, Harris, (PHYSIQUE 3) Ondes, optique et physique moderne, ÉRPI (2ième édition).

Lectures suggérées:

Vous disposerez d'une série de références à lire tout au long de la session, ces lectures seront orientées plus spécifiquement autour de votre sujet de recherche. Certains documents seront obtenus via vos propres recherches bibliographiques alors que d'autres vous seront suggérées par le professeur.