

**Colloque « liaison lycée-post bac », 24 et 25 mai 2013,
Lyon
« les nouveaux programmes en mathématiques et en physique.
Leur impact sur l'enseignement post baccalauréat »**

**Conférence n°1:
« Du secondaire au supérieur :
conférence à 4 voix sur les nouveaux
programmes de science »**

Les nouveaux programmes de mathématiques au lycée

Dominique Bernard

Plan de la présentation

Les intentions...

Les horaires...

Les contenus...

Ouverture interdisciplinaire...

Evaluation...

Des questions...

Programme ?

*« Les programmes définissent, pour chaque cycle, les **connaissances essentielles** qui doivent être acquises au cours du cycle ainsi que les **méthodes** qui doivent être assimilées. Ils constituent le cadre national au sein duquel les enseignants organisent leurs enseignements en prenant en compte les rythmes d'apprentissage de chaque élève. »*

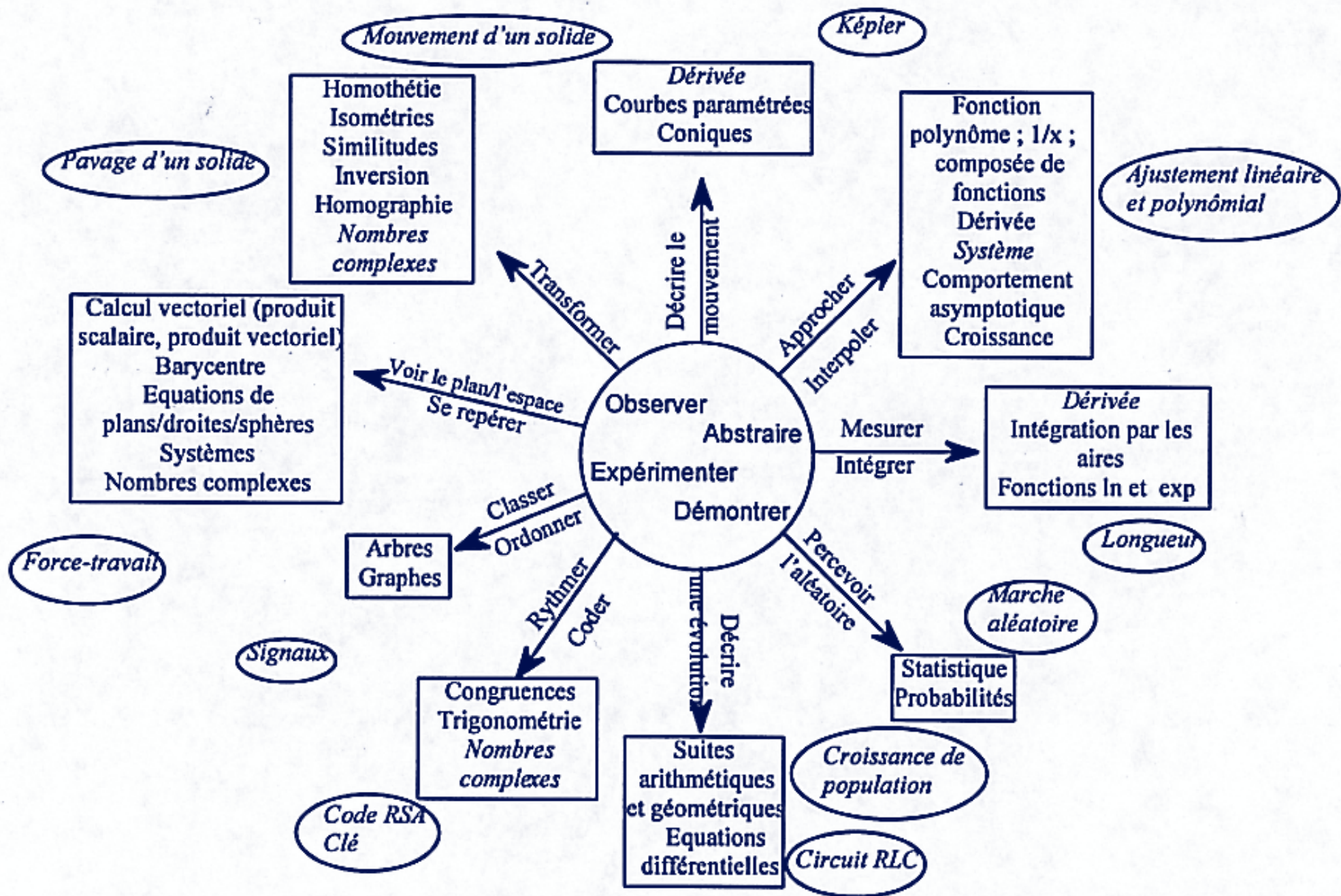
Extrait du [Code de l'éducation, article L311-3](#)

Dans l'ancien programme

Prendre en compte la diversité des mathématiques actuelles

Spécificité de toute pratique mathématique:
**observation, abstraction, expérimentation,
démonstration.**

<ftp://trf.education.gouv.fr/pub/edutel/bo/2000/hs7/v5annexe2.pdf>



Les objectifs annoncés du nouveau programme

Cohérence et continuité, dans la forme et dans l'esprit, avec les programmes de collège appliqués depuis la rentrée 2008.

Rédaction mettant en avant les **types de problèmes** que les élèves doivent savoir résoudre.

Formation à la **démarche scientifique**.

Formation de l'individu par le **développement de compétences**.

Compétences

Les **compétences** visées sont les suivantes :

mettre en œuvre une **recherche de façon autonome**

mener des **raisonnements** ;

avoir une **attitude critique** vis-à-vis des résultats obtenus ;

communiquer à l'écrit et à l'oral.

La résolution de problèmes

Purement mathématiques ou issus d'autres disciplines
chercher, expérimenter, modéliser, en particulier
à l'aide d'outils logiciels ;
choisir et appliquer des techniques de calcul ;
mettre en œuvre des **algorithmes** ;
raisonner, démontrer, trouver des résultats
partiels et les mettre en perspective ;
expliquer **oralement** une démarche,
communiquer un résultat par oral ou par écrit.

Outils

Démarche d'investigation favorisée par l'utilisation de logiciels, d'outils de visualisation et de simulation, de calcul (formel ou scientifique) et de programmation....

En particulier lors de la résolution de problèmes, l'utilisation de **logiciels de calcul formel** limite le temps consacré à des calculs très techniques afin de se concentrer sur la mise en place de raisonnements.

Horaires obligatoires de Mathématiques

Niveau seconde

4h hebdomadaires

Niveau première S

4h hebdomadaires (*au lieu de 5h*)

Niveau Terminale S

6h hebdomadaires (*au lieu de 5,5h*)

+ 2h d'enseignement de spécialité

Niveau Terminale ES

4h +1,5h pour la spécialité

Autonomie des établissements

Sur chaque niveau un volant d'heures d'enseignement est affecté à l'établissement pour assurer des **heures à effectif réduit**.

La répartition de ces heures relève de **l'autonomie de l'établissement**. Les disciplines qui bénéficient de ces groupes ne sont pas précisées.

Grande disparité dans l'utilisation de ces heures suivant les établissements.

Accompagnement personnalisé

En seconde

2h par semaine qui peuvent être ou non assurées par un professeur de mathématiques.

En série S

Les 2h hebdomadaires sont en principe attribuées aux professeurs des disciplines scientifiques.

En terminale pistes pour approfondissement.

Documents ressources

Classe de seconde

Classe de première générale et technologique

Statistiques et probabilités

Analyse

Classe terminale générale et technologique

Probabilités et statistique

Matrices (spécialité S)

Mesure et incertitudes

<http://eduscol.education.fr/cid45766/mathematiques-pour-le-college-et-le-lycee.html>

Le programme en terminale S

A titre indicatif :

La moitié du temps en **analyse**,

L'autre moitié équitablement répartie entre **géométrie**
et **probabilités statistiques**.

Analyse fonctions en S

Au niveau du bac les **fonctions usuelles** connues restent les mêmes (*sauf la fonction tangente*)

Les démonstrations sur les limites ne sont pas exigibles. La limite finie en un point ainsi que la recherche d'asymptotes obliques disparaissent.

Continuité *sur un intervalle uniquement.*

La dérivée d'une fonction composée disparaît mais pas les dérivées de u^n , $\text{rac}(u)$, $\exp(u)$ et $\ln(u)$.

Les équations différentielles et l'intégration par parties ne figurent plus au programme.

En série ES-L

Introduction des fonctions exponentielles $x \rightarrow q^x$
comme prolongement continu des suites géométriques.

La fonction exp est la fonction exponentielle qui admet
1 comme nombre dérivé en 0.

Notion de convexité.

*Ont disparu composition de fonctions, croissances
comparées, fonctions $x \rightarrow a^x$*

Analyse suites

En première S : suites arithmétiques et géométriques. Approche de la notion de limite d'une suite à partir d'exemples.

En terminale S : étude complète des limites de suites. Définition et démonstrations exigibles. Limites des suites géométriques.

Les suites adjacentes ne figurent plus au programme.

Géométrie

En seconde : Géométrie essentiellement repérée. Définition d'un vecteur et colinéarité. Géométrie dans l'espace.

En première S : Expression d'un vecteur du plan en fonction de deux vecteurs non colinéaires. Produit scalaire dans le plan.

Barycentre, lieux géométriques et transformations ont disparu.

Géométrie

En terminale S :

Géométrie vectorielle dans l'espace. Produit scalaire.

Équation cartésienne de plan, équations paramétriques de droites et de plans.

Trigonométrie

En seconde : sinus et cosinus d'un nombre réel.

En première S : cercle trigonométrique, radian, formules d'addition.

En terminale S : fonctions sinus et cosinus.

Forme trigonométrique d'un nombre complexe.

Statistiques

De la troisième à la première statistiques descriptives : fréquences et effectifs cumulés, Q1, médiane, Q3 puis écart type en première.

«L'objectif est de faire réfléchir les élèves sur des **données réelles, riches et variées** ... proposer des représentations pertinentes»

«Concevoir, mettre en œuvre et exploiter des **simulations de situations concrètes** à l'aide du tableur ou d'une calculatrice.»

Probabilités

En troisième et seconde :

Définition d'une probabilité

Utilisation de modèles définis à partir de fréquences observées

En première :

Variables aléatoires

Loi binomiale à partir des répétitions d'expériences identiques. Formule de l'espérance admise.

Coefficients binomiaux **sans** leur écriture factorielle. Formule de Pascal avec démonstration et calculatrice.

Probabilités en terminale

Conditionnement et indépendance:

Mise en œuvre de la formule des probabilités totales mais vocabulaire non exigible ;

Les variables aléatoires indépendantes ne figurent plus au programme.

Notion de loi à densité à partir d'exemples

Loi uniforme sur $[a, b]$; espérance ;

Loi exponentielle ; espérance avec démonstration ;

Lois normales $\mathcal{N}(0, 1)$ puis $\mathcal{N}(\mu, \sigma^2)$.

Théorème de Moivre-Laplace (admis)

Échantillonnage en seconde et première

En seconde :

Notion d'échantillon ; réalisation de simulations;

Intervalle de fluctuation d'une fréquence au seuil de 95% obtenu de façon approchée par simulation;

$[p - 1/\sqrt{n} ; p + 1/\sqrt{n}]$ peut être donnée avec $n \geq 25$
et $0,2 \leq p \leq 0,8$,

Prise de décision à partir d'un échantillon.

En première :

Intervalle de fluctuation, à un seuil donné, d'une variable binomiale (tableur, algorithme...).

Prise de décision à partir d'une fréquence.

En terminale : estimation

Intervalle de fluctuation asymptotique, au seuil $1-\alpha$,
de la variable aléatoire fréquence F_n qui, à tout échantillon de
taille n , associe la fréquence obtenue.

Connaitre $\left[p - 1,96 \frac{\sqrt{p(1-p)}}{\sqrt{n}} ; p + 1,96 \frac{\sqrt{p(1-p)}}{\sqrt{n}} \right]$

Intervalle de confiance ; niveau de confiance
(attendus modestes) ;

Estimation par intervalle d'une proportion inconnue à
partir d'un échantillon.

Enseignement de spécialité

L'enseignement de spécialité prend appui sur la **résolution de problèmes**. Travail de modélisation.

Les thèmes abordés sont particulièrement propices à l'utilisation des **outils informatiques** (logiciels de calcul, tableur) et à la mise en œuvre d'algorithmes.

Arithmétique en spé maths

Problèmes :

Codages (code ISBN, clé du Rib, code Insee....)

Chiffrements (chiffrement affine, de Vigenère, de Hill)

Questionnement sur les nombres premiers :
infinitude, répartition, tests de primalité ...

Contenu théorique :

Division euclidienne, PGCD, Th de Bézout et Gauss

Congruences dans \mathbf{Z}

Nombres premiers (décomposition)

Matrices et suites en spé maths.

Problèmes :

Marches aléatoires

Principe du calcul de la pertinence d'une page Web

Modèle de diffusion d'Ehrenfest

Modèle proie prédateur discrétisé

Contenu :

Matrices carrées, matrices colonnes

Suite de matrices colonnes (U_n) vérifiant une relation de récurrence du type $U_{n+1} = AU_n + B$

Étude asymptotique d'une marche aléatoire

Spécialité maths en série ES

Graphes (comme l'ancien programme)

Matrices carrées, matrices colonnes, opérations, inverse

Recherche du **plus court chemin** sur un graphe pondéré connexe

Graphe probabiliste à deux ou trois sommets :
matrice de transition, état stable.

Deux thèmes transversaux

Sur les trois niveaux,

Algorithmique

Notations et raisonnement mathématiques

Algorithmique

Décrire certains algorithmes en langage naturel ou dans un langage symbolique.

Réaliser quelques algorithmes à l'aide d'un tableur ou d'un petit programme réalisé sur une calculatrice ou avec un logiciel adapté.

Interpréter des algorithmes plus complexes.

Aucun langage, aucun logiciel n'est imposé.

Notations et raisonnement

Utiliser à bon escient les **quantificateurs** universel, existentiel (les symboles \forall , \exists ne sont pas exigibles).

Reconnaître et utiliser **des types de raisonnements** spécifiques : raisonnement par disjonction des cas, recours à la contraposée, raisonnement par l'absurde et par récurrence en TS.

L'interdisciplinarité

La réforme du lycée instaure un enseignement d'exploration **MPS** pluridisciplinaire en seconde;

En première les **TPE** sont maintenus;

En terminale le programme signale des **points de convergence avec les autres disciplines scientifiques.**

Ouverture interdisciplinaire

[SPC] Ondes progressives sinusoïdales, oscillateur mécanique ;

[SPC et SVT] Radioactivité ;

[SPC] Intensité sonore, magnitude d'un séisme, échelle des pH ;

[SPC] Mouvement uniformément accéléré ;

[SI et SPC] Mesures physiques sur un système réel en essai.

Ouverture interdisciplinaire

[SI] Valeur moyenne, valeur efficace dans un transfert énergétique ;


[SI] Analyse fréquentielle d'un système ;

[SI] Cinématique et statique d'un système en mécanique ;

[SVT] Hérité, génétique, risque génétique ;

[SVT] Analyse de graphiques où les données sont fournies par des intervalles de confiance ;

Accompagnement personnalisé

Quelques propositions d'approfondissement, destinées à des activités dans le cadre de **l'accompagnement personnalisé**, figurent en italique avec la mention .

Étude de phénomènes d'évolution,

Équations fonctionnelles,

Méthode de Monte-Carlo

Prise de décision lors de la comparaison de deux

proportions (par exemple lors d'un essai thérapeutique)

Évaluation

Évaluation en cours de formation :

Les **modes d'évaluation** prennent des **formes variées**, en phase avec les objectifs poursuivis.

En particulier, l'aptitude à mobiliser l'outil informatique dans le cadre de la résolution de problèmes est à évaluer.

Bac : Aucun changement de définition d'épreuve.

Avis des Irem

Adhésion avec les objectifs généraux : mener des raisonnements, avoir une attitude critique vis à vis des résultats obtenus, communiquer à l'écrit et à l'oral...

mais

le développement des capacités attendues n'est pas en accord avec cette annonce des préambules par la prédominance des verbes qui réfèrent à l'observation et à la connaissance...

Quelle est la place de la **modélisation** ?

Position des Irem

La recherche, l'expérimentation, la modélisation dans le cadre de la résolution de problèmes sont des démarches essentielles qui nécessitent du temps et ne peuvent se faire dans le cadre **d'horaires réduits** au détriment du cœur des mathématiques.

Trop peu d'occasions sont données d'exercer un **raisonnement proprement mathématique** (définitions rigoureuses, démonstrations obligatoires..)

L'approche intuitive de certaines notions ne peut se faire au détriment des savoirs (cf notion de limite).

Quelques questions

Le déséquilibre des heures d'enseignement entre la première et la terminale n'est-il pas nuisible à la transition entre les deux niveaux ?

Le contenu ambitieux de l'accompagnement personnalisé ne rend-il pas possible un enseignement à deux vitesses dans différents lycées ?

Quel équilibre trouver entre les différentes parties du programme (en TS notamment) ?

Faut-il évacuer toute difficulté face au calcul ?

Quelques questions

La part prise par **les statistiques et probabilités** n'est-elle pas trop excessive ? Ces contenus ne sont-ils pas trop ambitieux ? (théorème de Moivre Laplace...)

La résolution de problèmes a-t-elle encore un intérêt dans des chapitres vidés de leur contenu tels les « nombres complexes » privé des **transformations** ?

Pourquoi certains contenus ont-ils disparu (**équations différentielles** par exemple...) ?

Quelques questions

Peut-on enseigner le **raisonnement** et la **logique** au fil des différents chapitres sans que soit précisé quel travail spécifique est attendu ?

Peut-on enseigner la **logique** sans institutionnalisation à un moment donné ?

Quelques questions

Quelle **vision globale**, explicite et cohérente est présentée aux enseignants de mathématiques de collège et lycée ?

Quelle **culture générale**, quels outils pour les futurs scientifiques, quelle formation au raisonnement ?

Les documents ressources sont-ils suffisants pour permettre une **implication de tous les enseignants** dans les nouveaux chapitres ?

Quelle **formation continue solide**, tant théorique que pédagogique est proposée ?

Quel **suivi des programmes** ?

Dernière question

La difficulté intrinsèque des mathématiques rebute de nombreux élèves mais **l'évitement trop systématique des difficultés et des constructions théoriques** ne pourrait-il pas détourner des mathématiques nombre de scientifiques français de demain ?

Arithmophobie

Selon l'OCDE, "53 % des jeunes de 15 ans se déclarent 'ten-dus quand ils doivent faire leurs devoirs de maths".



Et pourtant... c'est si simple!

$2/7$ est le nombre par lequel on multiplie 7 pour obtenir 2

http://cache.media.eduscol.education.fr/file/Mathematiques/17/8/Le_calcul_au_college_et_au_lycee_242178.pdf

Mathématiques et sciences physiques

Maths-sciences physiques

Quelle cohérence dans l'enseignement des mathématiques et sciences physiques ? (Exemple de la radioactivité...)

Un exemple d'exercice de type bac en sciences physiques : peut-on s'emparer de tels sujets pour travailler en mathématiques ? Sur les heures d'accompagnement personnalisé ?

Que fait le prof de maths ? De physique ?

Maths-physique au lycée

1) Rappeler les expressions **littérales** des énergies E_c , E_p et E_m en fonction des données de l'énoncé et de la vitesse v de la balle.

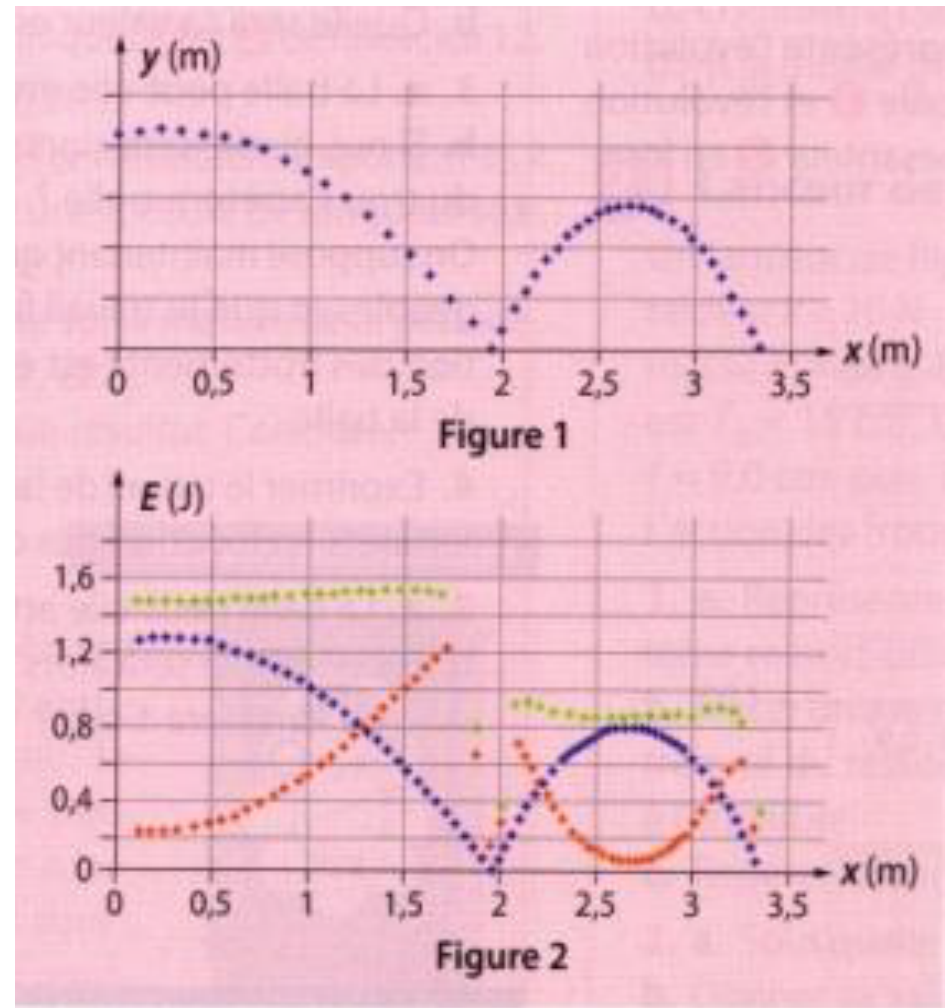
2) Identifier, sur l'annexe, chaque courbe de la figure 2 en justifiant votre choix (bien rendre l'énoncé)

3) Déduire de ces courbes la valeur initiale v_0 de la vitesse, l'altitude initiale y_0 ainsi que la vitesse maximale v_{max} atteinte par la balle lorsqu'elle touche le sol.

4) Commenter la courbe représentative de l'énergie mécanique à l'instant du choc. Proposer une explication.

5) Après le rebond, quel transfert d'énergie permet à la balle d'atteindre le point culminant de sa trajectoire ?

6) Avant et après le rebond, les frottements dus à la résistance de l'air sont négligeables. Justifier cette affirmation graphiquement.



Maths et physique au lycée

Quelle place pour l'histoire des sciences dans nos deux disciplines ?

Qui prend en charge les relations entre les mathématiques et les sciences physiques ?

Qui les construit ?

- http://math.univ-lyon1.fr/irem/IMG/pdf/Brochure_AP.pdf
- <http://math.univ-lyon1.fr/irem/spip.php?article496>

Transition lycée- université

Qui doit piloter cette transition ?

Les Nouveaux Programmes de Sciences Physiques et Chimiques au Lycée

GREPhyC IREM Paris 7



Isabelle Lémonon et Pascal Sauvage



Plan de la présentation

- Les grilles horaires
- Les contenus disciplinaires
- « L' esprit » de la réforme
- Compétences et évaluation

Les objectifs

Dans une société où des informations de tous ordres arrivent dans l'immédiateté et de toutes parts, la priorité est donnée à la formation des esprits pour transformer cette information en une connaissance. L'enseignant doit être un accompagnateur de chaque élève dans l'acquisition de compétences qui ne peuvent être opérationnelles sans connaissances, qui sont à la fois la base et l'objet de la didactique notamment scientifique. Formation des esprits et acquisition de connaissances sont deux facettes de l'activité éducative.

Programme de TS, BO Spécial n°8 du 8 octobre 2011

Objectifs du cycle terminal scientifique :

- Construire une **culture scientifique et citoyenne**
- Développer les **vocations pour la science** et préparer les élèves à des **études scientifiques post-baccalauréat**
- Mettre la discipline **au service des compétences et des aptitudes** : les compétences de base de la démarche scientifique ; le goût des sciences pour percevoir leur importance dans la société.

Académie de Nantes, mai 2012

Les grilles horaires

	Ancien Programme	Nouveau Programme
2nde (horaire élève)	1,5h TP + 2h cours 3,5 h	Choix établissement 3 h
1ere S (horaire élève)	2h TP + 2h cours 4,5 h	Choix établissement 3 h
Term S (horaire élève)	2h TP + 3h cours 5 h	Choix établissement 5 h +AP (établissement)
Total	416 h	352 h (sans AP)

Les grilles horaires

- **Baisse possible** de l'horaire total de 2nde à TS
 - Avant : **416 h** (horaire national)
 - Après : **384h +/- 40 h** (autonomie établissement)
- **Répartition cours / TP variable** d'un établissement à l'autre
- Option **MPS** ou **SL** en 2de (+1,5h/semaine)

Les contenus disciplinaires

	Ancien Programme	Nouveau Programme
2nde	Incertitude, CS, mesure Mécanique Réfraction et spectres Gaz parfait Chimie des réactions Stoechiométrie	Incertitude, CS, mesure Mécanique Réfraction et spectres Gaz parfait Chimie des réactions Groupes fonctionnels en chimie
1ere S	Chimie des réactions Chimie organique Optique géométrique Transferts énergétiques Mécanique (Energie / Vecteurs) Electricité Champ magnétique	Chimie des réactions (Stoechiométrie) Chimie organique Optique géométrique Transferts énergétiques Mécanique quantique (photon) Physique nucléaire Champs
Term S	Mécanique Ondes Electricité Mécanique quantique (photon) Physique nucléaire	Mécanique Ondes Relativité restreinte Mécanique quantique (laser + dualité) Transferts énergétiques Traitement de l'information Mesures et incertitudes

Les contenus disciplinaires

- Disparition de l' **électricité**
- **Mécanique** du point traité analytiquement à partir de la TS
- Apparition des « sciences modernes »
 - Mécanique quantique
 - Relativité restreinte

« L' esprit » de la réforme

La seule contrainte est qu'au bout du compte, l'ensemble des notions et contenus explicités dans le programme soient traités dans la perspective de l'acquisition par tous les élèves des compétences exigibles précisées, tout en respectant l'esprit de la démarche scientifique. Celle-ci ne saurait être dénaturée par le biais d'une liberté pédagogique qui conduirait à reconstituer une pratique dogmatique et académique de l'enseignement scientifique, articulée avec un découpage traditionnel de la discipline.

La liberté de l'enseignant, tradition sur le plan pédagogique de la liberté intellectuelle du chercheur, être révélatrice pour les élèves de l'esprit de la démarche scientifique.

Programme de TS, BO Spécial n°8 du 8 octobre 2011

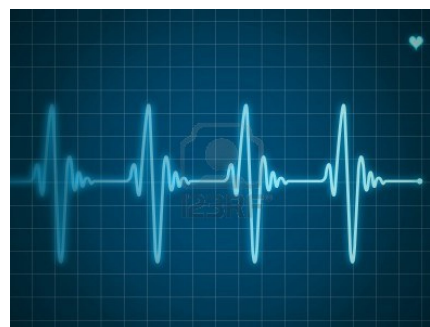
« L'esprit » de la réforme

- Disparition du découpage en Physique et Chimie
- Approche **Thématique** de la physique chimie / **Fil rouge**

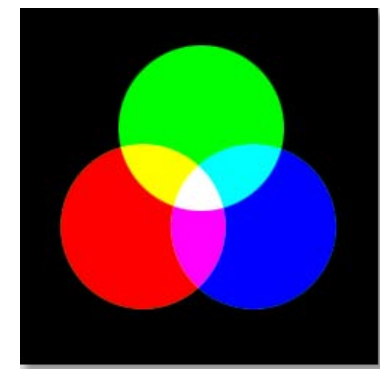
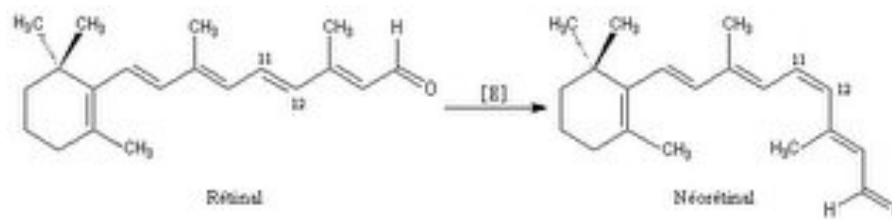
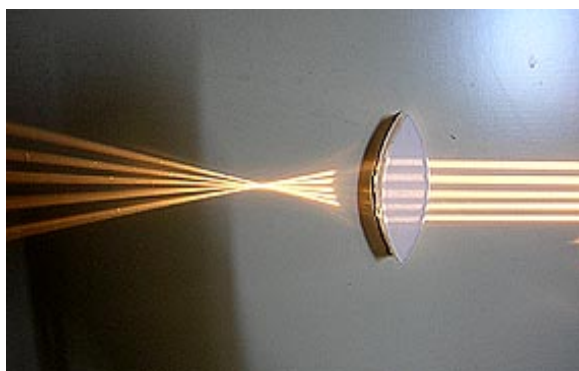
	Programme
2de	Santé Sport Univers
1ere S	Observer / Comprendre / Agir Fil rouge : perception du monde Fil rouge : énergie
Term S	Observer / Comprendre / Agir Fil rouge : laser Fil rouge : les briques du vivant

« L'esprit » de la réforme

- Approche thématique de la physique chimie
 - SANTE (2nde)



- OBSERVER (1ere S) / Fil rouge : perception du monde



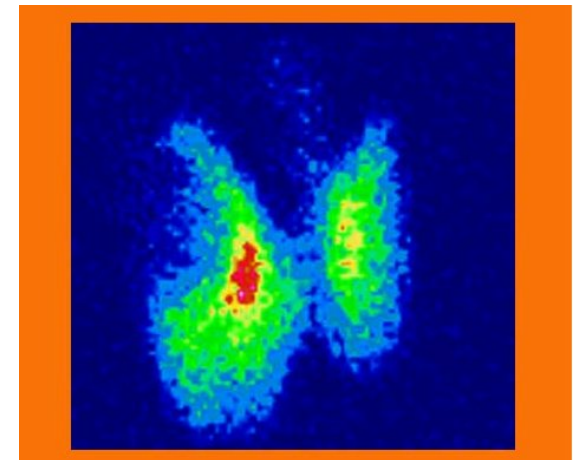
« L'esprit » de la réforme

- Approche de la physique chimie par des **problématiques** sociétales ou scientifiques



Cette photo est-elle issue d'un trucage numérique, ou de l'utilisation d'un éclairage particulier ?

Pour réaliser cette scintigraphie de la thyroïde, quel isotope de l'iode doit-on choisir ?



« L'esprit » de la réforme

- Développer la démarche scientifique en TP et en classe
- Privilégier les activités de questionnement aux cours magistraux
- Développer l'analyse documentaire
- Introduire l'utilisation de documents en anglais
- Diminution de la technicité mathématique au profit du questionnement scientifique

Compétences et évaluation

- **Approche par compétences**

Dans une société où des informations de tous ordres arrivent dans l'immédiateté et de toutes parts, la priorité est donnée à la formation des esprits pour transformer cette information en une connaissance. L'enseignant doit être un accompagnateur de chaque élève dans l'acquisition de compétences qui ne peuvent être opérationnelles sans connaissances, qui sont à la fois la base et l'objet de la didactique notamment scientifique. Formation des esprits et acquisition de connaissances sont deux facettes de l'activité éducative.

Deux compétences occupent une place centrale en terminale : « extraire » et « exploiter » des informations ; elles seront mises en œuvre fréquemment, notamment dans les situations identifiées dans la colonne de droite du programme, en respectant l'esprit de la démarche scientifique.

Programme de TS, BO Spécial n°8 du 8 octobre 2011

Compétences et évaluation

- S' appropriier
- Analyser
- Réaliser
- Valider
- Communiquer
- Faire preuve d' autonomie

Compétences et évaluation

Tout en poursuivant l'effort en cours de contextualisation de leur problématique, ces épreuves mettront ainsi l'accent sur l'acquisition de la méthodologie scientifique. Pour les élèves de terminale, le baccalauréat n'est pas en effet une fin en soi, mais une étape, destinée à préparer les élèves aux études supérieures, en accompagnant et prolongeant la formation des esprits à la démarche scientifique.

L'accent mis sur la méthodologie aura aussi notamment pour conséquence que les épreuves d'évaluation fourniront tous les éléments de savoir (formules, propriétés, données physicochimiques, schémas, etc.) nécessaires à leur résolution si cette dernière implique la mise en œuvre de compétences non exigibles car ne figurant pas dans la colonne de droite du programme.

Programme de TS, BO Spécial n°8 du 8 octobre 2011

Compétences et évaluation

- **Nouvel exercice au BAC : synthèse argumentée de documents**
- **Tâche complexe :** Une tâche complexe est une tâche mettant en œuvre une combinaison de plusieurs procédures simples, automatisées et connues. Elle nécessite l'élaboration par l'élève d'une stratégie et fait appel à plusieurs ressources.
- **Evaluation par compétences des ECE (TP)**

Compétences et évaluation

- Évolution du profil des élèves qui réussissent ?
 - **Culture scientifique** plus large
 - **Connaissances** moins approfondies
 - Élève plus **acteur** du **questionnement** scientifique et de sa résolution
 - Meilleure capacité d'**analyse** expérimentale et documentaire
 - Meilleure capacité de **communication**
 - Moins de **technicité** mathématique

Et après ?

- Evolution nécessaire de la formation des enseignants
- Esprit de la réforme du lycée transposée à la réforme des CPGE :
 - Démarche scientifique
 - Compétences

L'interface Mathématiques-SPC au Lycée

GREPhyC IREM Paris 7



Pascal Sauvage et Isabelle Lémonon



Plan de la présentation

- Les mathématiques dans les nouveaux programmes SPC
 - Les changements
 - Le statut des mathématiques
- Enjeux interdisciplinaires
 - Un nouveau contexte
 - Les apports de la culture SPC aux mathématiques
 - Les difficultés interculturelles

A. Les mathématiques dans les programmes SPC

Les changements: vue d'ensemble

	Ancien Programme	Nouveaux Programmes
Fonction exponentielle	centrale	disparue
Équations différentielles	centrales	disparues
Calcul différentiel	central	présent
Calcul vectoriel	central	présent
Équations algébriques	présentes	rôle central
Mesures et incertitudes	Présentes	rôle central

A. Les mathématiques dans les programmes SPC

Les changements: vue d'ensemble

	Ancien Programme	Nouveaux Programmes
Fonction exponentielle	centrale	disparue
Équations différentielles	centrales	disparues
Calcul différentiel	central	présent
Calcul vectoriel	central	présent
Équations algébriques	présentes	rôle central
Mesures et incertitudes	Présentes	rôle central

Questionnement et démarche > outils mathématiques

A. Les mathématiques dans les programmes SPC

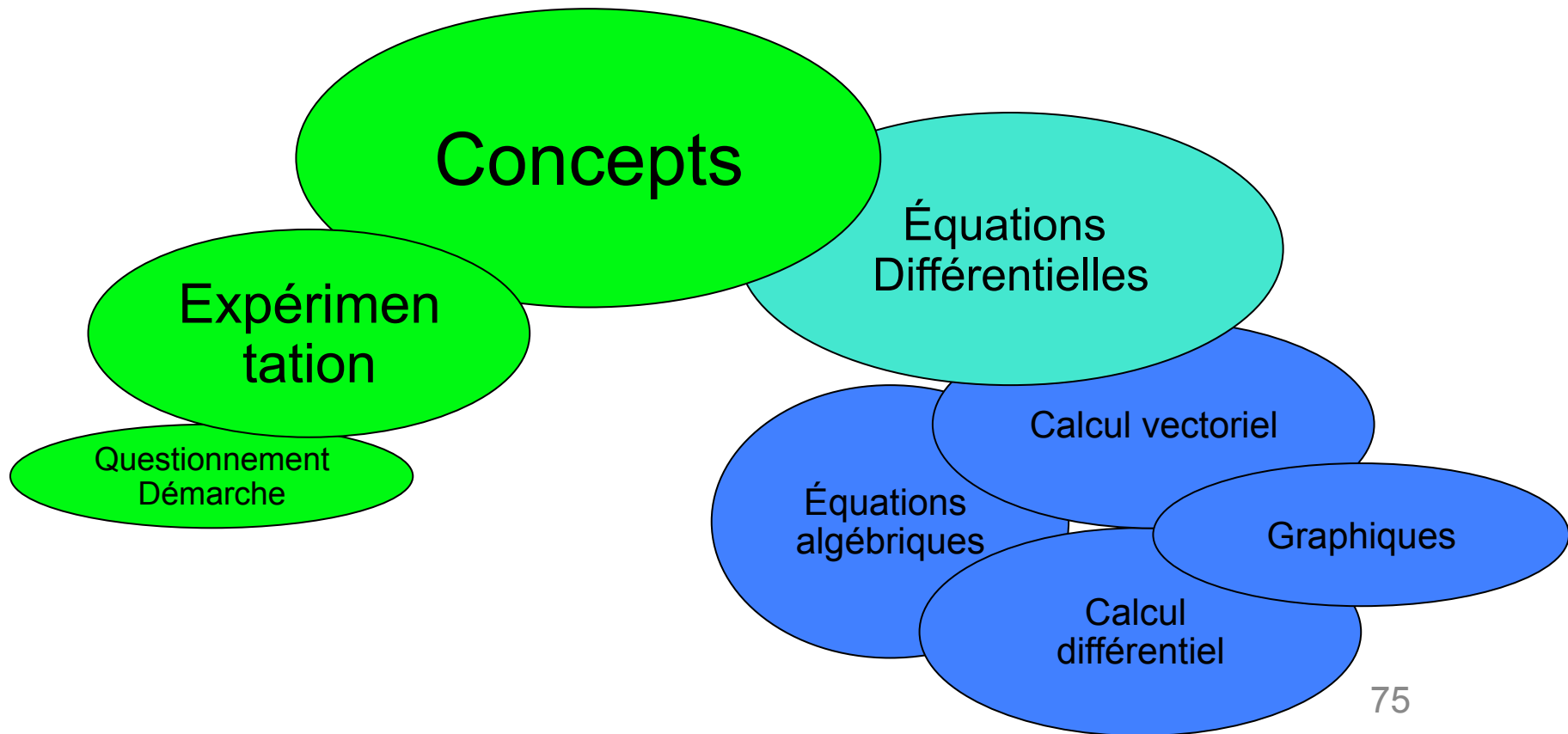
Quelle place pour les équations en 1S et TS?

	Ancien Programme	Nouveaux Programmes
Formules différentielles	Vitesse/acc. d'un point Intensité électrique Tension bobine Vitesse chimique Activité nucléaire	Vitesse/acc. d'un point
Formules fonctionnelles	Logarithme Cosinus Exponentielle	Logarithme Cosinus
Formules algébriques	31 formules	36 formules

A. Les mathématiques dans les programmes SPC

Un nouveau statut pour les mathématiques?

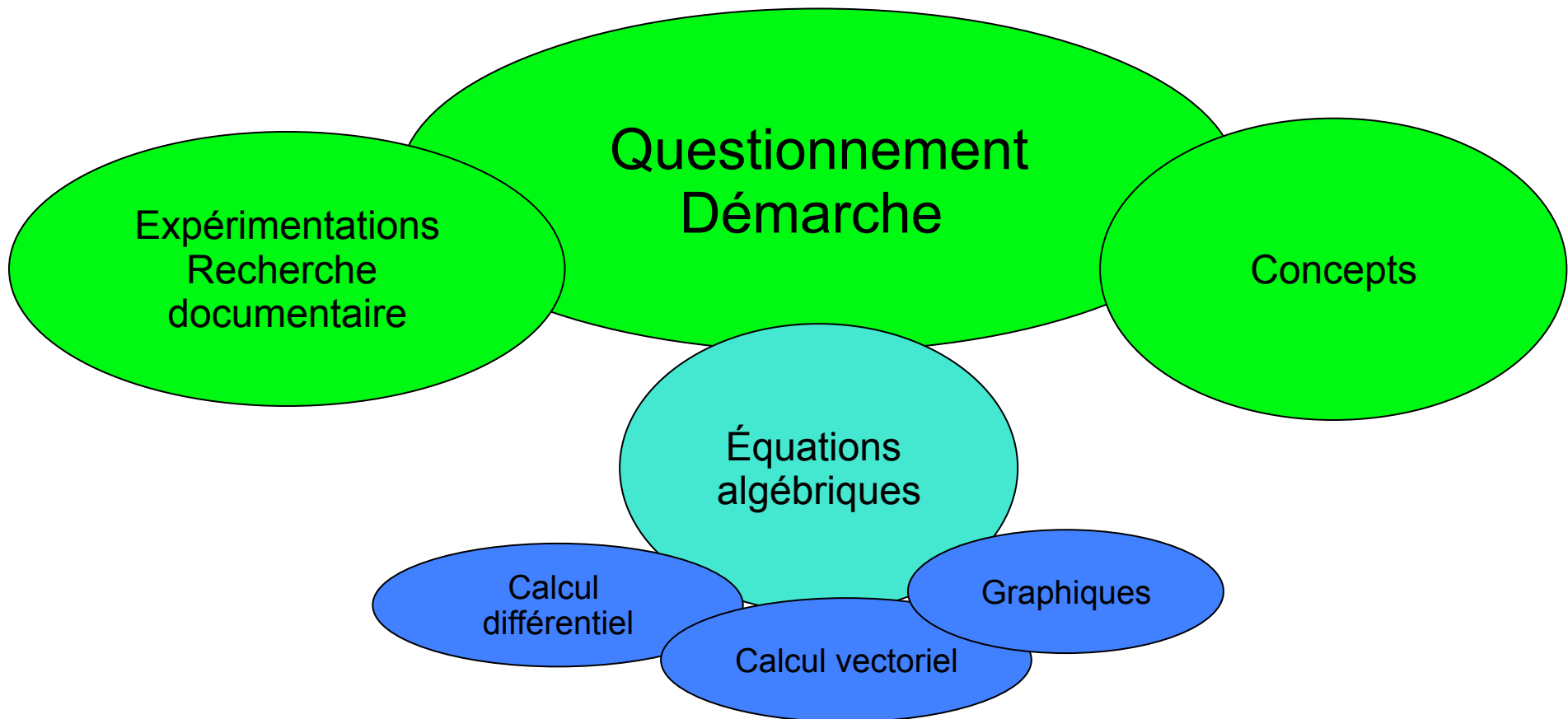
ANCIENS PROGRAMMES SPC



A. Les mathématiques dans les programmes SPC

Un nouveau statut pour les mathématiques?

NOUVEAUX PROGRAMMES SPC



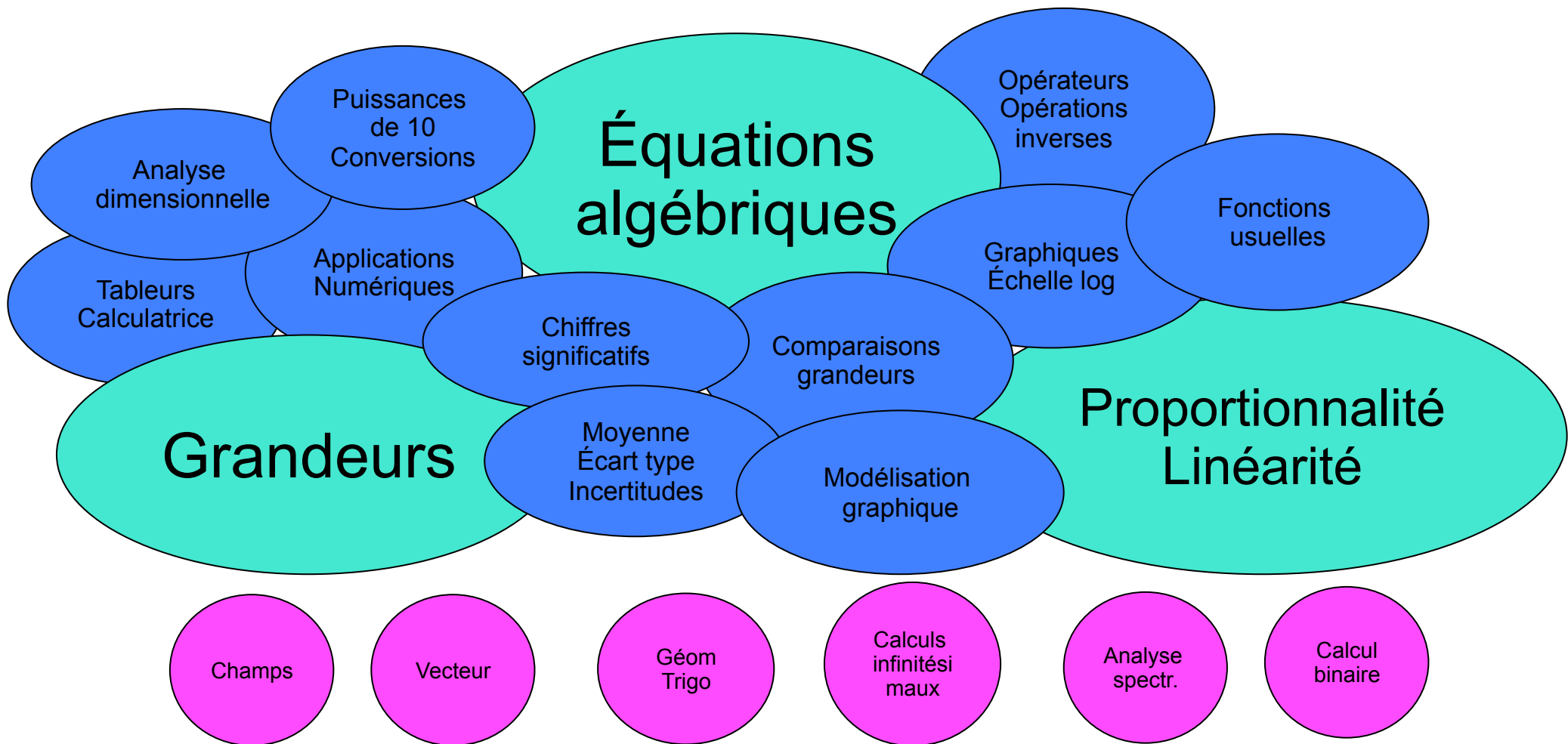
A. Les mathématiques dans les programmes SPC

Formules algébriques en SPC: pertinence?

- ➔ Grandeurs, analyse dimensionnelle, unités
- ➔ Dépendances entre grandeurs et comparaisons
- ➔ Applications numériques
- ➔ Domaine de validité
- ➔ Calculs d'incertitudes
- ➔ Représentations graphiques

A. Les mathématiques dans les programmes SPC

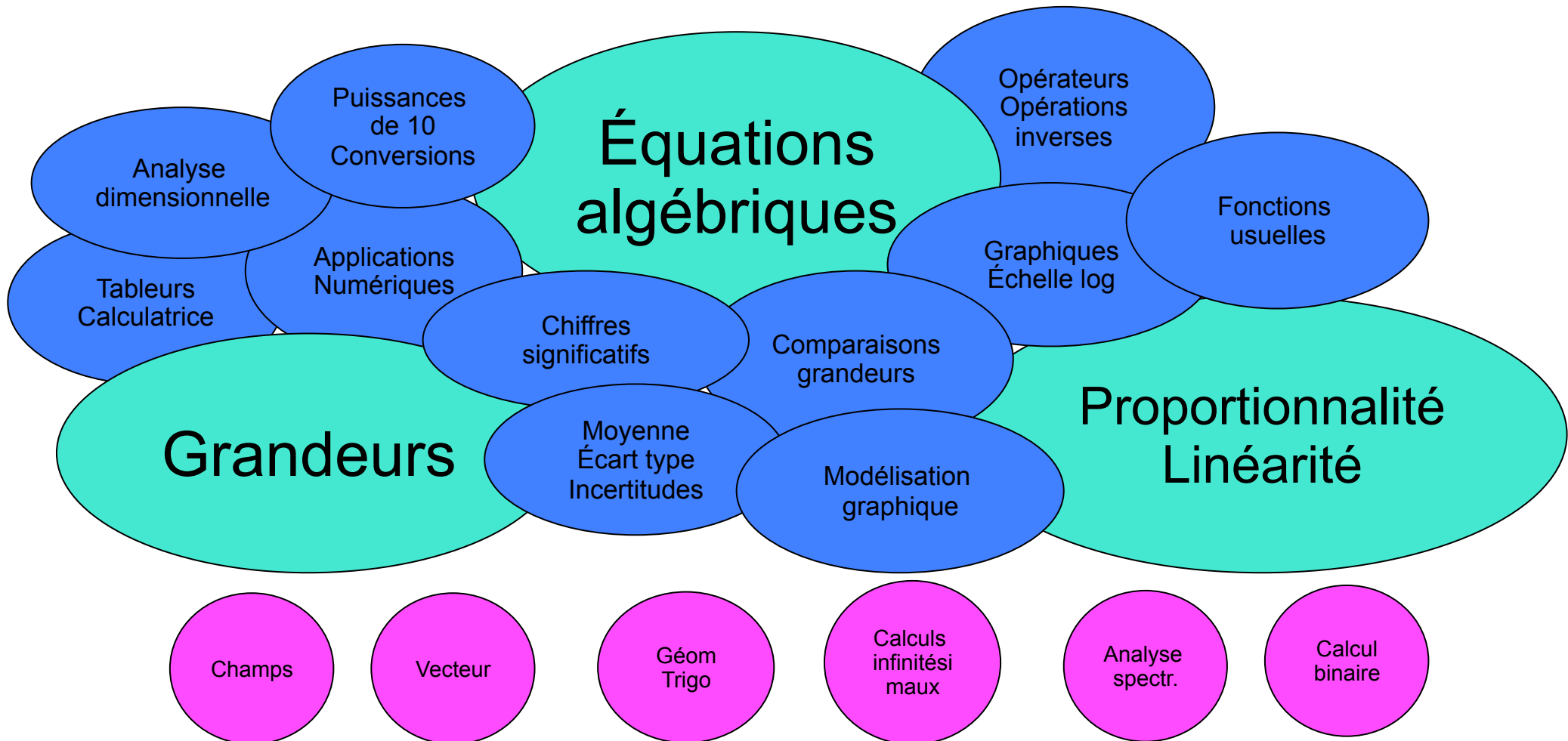
Reste-t-il des mathématiques en SPC au lycée?



A. Les mathématiques dans les programmes SPC

Reste-t-il des mathématiques en SPC au lycée?

Il y a encore des mathématiques en SPC au lycée



Plan de la présentation

- Les mathématiques dans les nouveaux programmes SPC
 - Les changements
 - Le statut des mathématiques
- Enjeux interdisciplinaires
 - Un nouveau contexte
 - Les apports de la culture SPC aux mathématiques
 - Les difficultés interculturelles

B. Enjeux interdisciplinaires

Un contexte favorable pour l'interdisciplinarité?

→ Cadre facilitant l'interdisciplinarité:

- Accompagnement Personnalisé,
- Modularité du programme,
- Enseignements d'explorations MPS et TPE

→ Interdisciplinarité et contenus:

- ~~la fonction exponentielle, équation différentielle~~
- ~~MAIS Mesures-incertitudes / Proba-Stat ?~~

B. Enjeux interdisciplinaires

Que peut apporter la culture SPC à l'enseignement des mathématiques?

- Probabilités-statistiques: passer du vrai-faux à l'incertain?
- Vers une part de « ré-incarnation » des mathématiques?
 - partir de problèmes de la SPC pour introduire des concepts mathématiques.

B. Enjeux interdisciplinaires

Des difficultés interculturelles...

En cours de maths	En cours de physique-chimie
« 0,30 = 0,3 »	« 0,30 g ≠ 0,3 g »
« f(x) = y » L'accent est mis sur la fonction	« x(t) » L'accent est mis sur les grandeurs
Coexistence de valeurs numériques avec des symboles dans équations	Formule littérale (que des symboles) PUIS application numérique (que des valeurs)
« On fait un raisonnement par proportionnalité »	« On fait un produit en croix » (pas de raisonnement)
« Isoler une variable par opérations / opérateurs inverses »	« On fait un produit en croix » « On passe de l'autre côté ».
Les puissances sont appliquées uniquement à des nombres	Les puissances s'appliquent à des grandeurs (cm ²)

B. Enjeux interdisciplinaires

Conclusions

- Recentrage des mathématiques autour des **équations algébriques et des grandeurs**
- **Importance réciproque** des échanges :
 - Sur la didactique des mathématiques (Maths \longrightarrow SPC)
 - Sur les contextualisations (SPC \longrightarrow Maths)
- Rôle essentiel de la **formation initiale et continue** des professeurs
- Réflexion cruciale à mener sur les grandeurs et unités au **collège**
- Équations différentielles et technicité mathématique: en **CPGE**.

Problématiques pour la transition secondaire-supérieur en physique

Quelques constats

Les outils mathématiques indispensables à la physique

Un exemple de nouvelle maquette de Physique

Loïc Lanco

Maître de conférences à l'Université Paris 7

Quelques constats

Les objectifs d'une licence de Physique

Les objectifs actuels

- *Développer autonomie, sens critique, esprit d'initiative*
- *Ouvrir l'esprit (contact avec la recherche)*
- *Proposer des programmes attractifs/originaux*
- *Éviter l'inutilement formel*
- *Ouvrir au monde professionnel, aux applications...*

Mais surtout: niveau fixé par les exigences des M2...

Eternel débat: s'adapter / ne pas « brader le diplôme »

Les problèmes

Ce qui n'a pas changé en dix ans:

- *En gros 50% de réussite en licence parmi les présents*
- *Mais moins de 10% ont leur licence en 3 ans*
- *« On » leur a dit qu'il y avait moins de travail à l'université*
- *Contrôle continu réduit*
- *Documents pédagogiques peu nombreux*
- *Communication entre UE inefficace*

Ce qui a changé:

- *Notions mathématiques non maîtrisées*
- *Entraînement au calcul en nette baisse*
- *Culture générale en hausse*

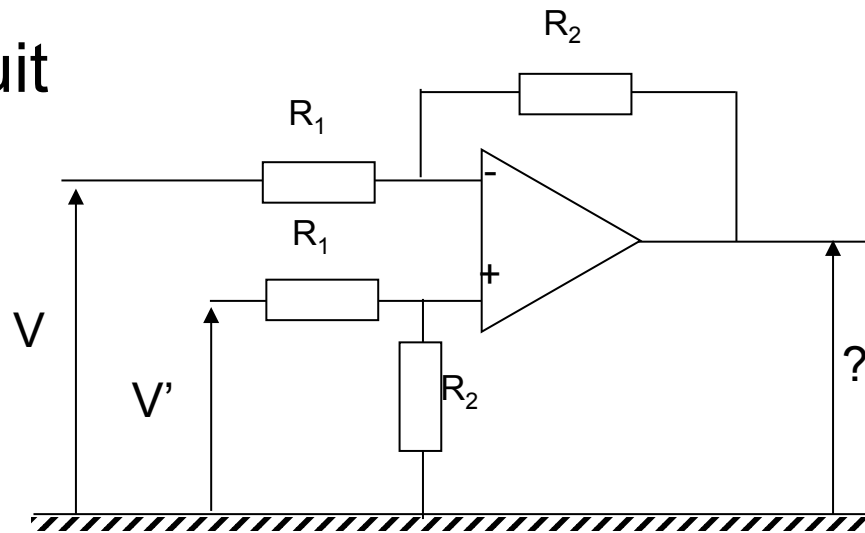
Différences d'approche maths / physique

Qu'est ce que:	Réponses du bachelier	Réponses du physicien
Une dérivée?	<i>Une formule à apprendre Une mesure de la pente Le coef. dir. de la tangente</i>	<i>Un quotient entre deux minuscules variations</i>
Une intégrale?	<i>Une aire Une primitive Une différence de primitives</i>	<i>Une somme</i>
Un vecteur?	<i>Ce qui relie deux points Un jeu de 3 coordonnées</i>	<i>Une quantité physique avec norme/direction/sens</i>

Maths pour la physique... ou l'inverse?

1995, problème de physique en seconde:
l'amplificateur opérationnel

Montrer que ce circuit
est soustracteur :



Compétences développées :

Identifier paramètres, inconnues, contraintes

Parvenir à un système de N équations à N inconnues

Résolution par élimination des variables

Les outils mathématiques indispensables à la physique

L'urgentissime

Calcul différentiel et intégral

- *Dérivées / variations infinitésimales, dérivées composées*
 - *Primitives*
 - *Equas diffs*
 - *Sommes*
- } *Conditions aux limites*

Géométrie / vecteurs

- *Trigonométrie / géométrie*
- *Rappels sur les nombres complexes*
- *Projection de vecteurs, produits*

Méthodologie / modélisation

- *Poser/résoudre un problème*
- *Systèmes de N équations à N inconnues*
- *Manipulation d'équations non-linéaires*
- *Approximations et développements limités*

L'urgent (raisonner en 3D)

Calcul vectoriel (suite) et systèmes de coordonnées

Pour chaque système (cartésien, cylindrique, sphérique) :

- *Coordonnées, vecteurs unitaires, projections*
- *Correspondance entre systèmes*
- *Produits scalaires et vectoriels*
- *Dérivées de vecteurs*

Intégration 1D sur des courbes/surfaces/volumes

- *Éléments de longueur, surface, volume*
- *Calculs de longueurs, surfaces, volumes*
- *Moments d'inertie, forces résultantes...*

Fonctions de plusieurs variables

- *Variations infinitésimales et dérivées partielles*
- *Vecteur déplacement et gradient*

L'un peu moins urgent

Analyse (suite)

- *Intégrales impropres*
- *Intégrales à plusieurs variables*

Champs et opérateurs

- *Gradient d'un champ scalaire, courbes iso, lignes de gradient*
- *Flux d'un champ vectoriel \leftrightarrow opérateur divergence*
- *Circulation d'un champ vectoriel \leftrightarrow opérateur rotationnel*
- *Opérateurs dans les différents systèmes...*

Nombres complexes et signaux périodiques

- *Rappels sur complexes, exponentielles complexes*
- *Equas diffs linéaires avec second membre périodique*
- *Série de Fourier et analyse spectrale*

Et ensuite?

Matrices et espaces vectoriels

- *Opérateurs linéaires*
- *Valeurs propres et vecteur propres*

Analyse complexe

- *Analyse dans le plan complexe*
- *Théorème des résidus et applications*

Espaces de Hilbert

- *Espaces discrets et continus, lien avec algèbre linéaire*
- *Transformée de Fourier*
- *Distributions*

Probas et statistiques descriptives ?

- *Distributions, moments, corrélations*
- *Ajustements et régression linéaire*

Un exemple de nouvelle maquette de Physique

Premier semestre:

Outil principal → Analyse et équations différentielles scalaires

Physique générale : Mécanique 1

- Mécanique, avec des vecteurs MAIS projetée à 1D d'abord
- Objectif: manipuler $\vec{F} = F_x \vec{u}_x$ **avant** $\vec{F} = F_x \vec{u}_x + F_y \vec{u}_y$

Méthodologie de la physique 1 (l'urgentissime)

- Méthodologie/modélisation
- Calcul différentiel et intégral
- Géométrie/vecteurs

(physiciens
seulement)

Mathématiques

- UE hyper-mutualisée, programme en cours de définition...

Autres : Intro aux techniques expérimentales + chimie

Second semestre:

Outil principal → Vecteurs et équations différentielles vectorielles

Physique générale: Mécanique 2

- *Lois de conservation 3D*
- *Hydrostatique, solides, rotations, problème à deux corps...*

Méthodologie de la physique 2 (l'urgent)

- *Référentiels locaux*
- *Intégrales dans l'espace*
- *Fonctions de plusieurs variables et gradient*

(physiciens
seulement)

Mathématiques

- *UE mutualisée, programme en cours de définition...*

Autres : projet expérimental + projet pro. + bureautique/internet

Troisième semestre:

Outil principal → Champs et opérateurs

Electromagnétisme en régime quasi-statique

Flux et lois de conservation (*masse, charge, énergie*)

Optique géométrique

Méthodologie de la physique 3

- *Champs et opérateurs*

- *Nombres complexes et signaux périodiques*

(physiciens
seulement)

Mathématiques

- *Algèbre (espaces vectoriels) + analyse (suites et séries)*

Autres : anglais

Quatrième semestre:

Outil principal → Nombres complexes et analyse fréquentielle

Electrocinétique

- *Circuits R, L et C, régimes transitoires, régime sinusoïdal*
- *Résonances, filtres fréquentiels*

Ondes et vibrations

- *Oscillateurs, chaînes d'oscillateurs, passage au continu*
- *Cordes vibrantes, guides d'onde, impédance, acoustique*

Mathématiques

- *Analyse (Intégrales impropres/multiples, séries de Fourier)*

Autres : Programmation + UE libre + Métiers de la physique

Cinquième semestre:

Electromagnétisme et optique ondulatoire

Approche lagrangienne et relativité restreinte

Projet de physique expérimentale

Mathématiques pour physiciens

Sixième semestre:

Mécanique quantique

Thermodynamique et intro à la physique statistique

Physique contemporaine

Mathématiques pour physiciens

Conclusion: les impacts de la réforme

Des besoins majeurs

- *Faire visualiser les outils maths par et pour la physique*
- *Arriver aussi haut (L3 et M2) en partant de plus loin*
- *Reconstruire la physique de façon progressive et rigoureuse*
- *Lutter contre l'échec et la démotivation...*

Et un ressenti plutôt négatif de la part des universitaires

- *Forte inquiétude (pour ceux qui sont au courant)*
- *Sensation de « refaire la Terminale d'il y a 15 ans »*
- *Peu de temps pour s'adapter et énormément de contraintes...*
- *Possibilité d'un **refus** ou d'une sous-estimation des enjeux...*



Transition
secondaire
supérieur et
nouvelles
maquettes

IREM de
Montpellier,
Nicolas SABY

Colloque La Réforme des Programmes de Lycée : et alors ?

Nicolas SABY

IREM de Montpellier

24 mai 2013



Quel chantier ?

**Transition
secondaire
supérieur et
nouvelles
maquettes**

IREM de
Montpellier,
Nicolas SBY

Trois temps

- Quels problèmes ?
- Quelques exemples locaux
- Quelles réponses ?



Quelles questions ?

**Transition
secondaire
supérieur et
nouvelles
maquettes**

IREM de
Montpellier,
Nicolas SBY

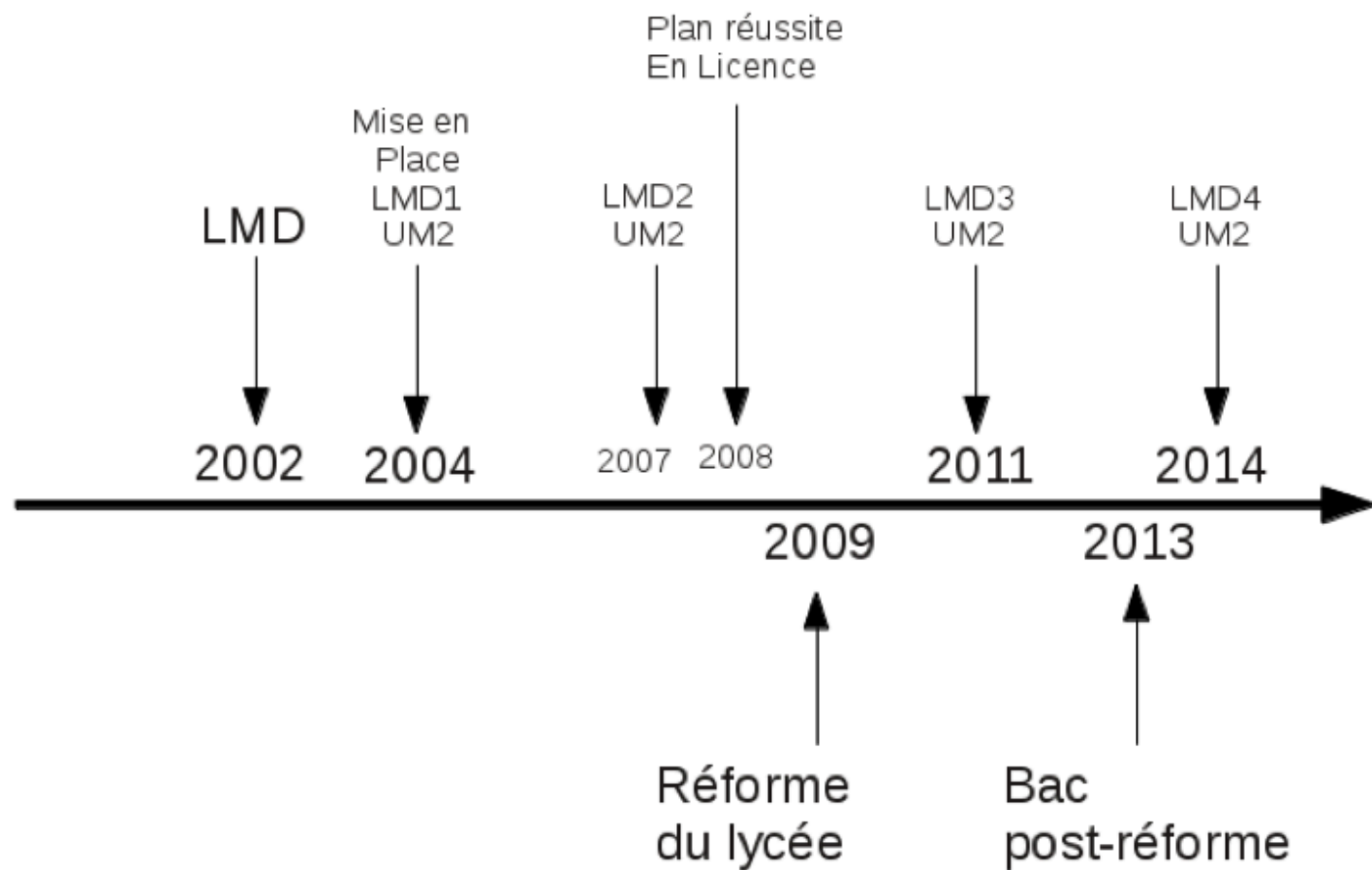
Le contexte des problèmes

- Le calendrier des réformes et des structures
- Les contraintes institutionnelles
- Le public
- Le corps enseignant



Le calendrier des réformes

Un déphasage structurel





Les contraintes institutionnelles

Transition
secondaire
supérieur et
nouvelles
maquettes

IREM de
Montpellier,
Nicolas SABY

LMD

- Des semestres
- Des modules
- Une orientation progressive
- Des habilitations quadriennales et bientôt quinquennales
- Un terrain d'expérimentation



Le public

Transition
secondaire
supérieur et
nouvelles
maquettes

IREM de
Montpellier,
Nicolas SABY

Une grande hétérogénéité : exemple de l'UM2 sur un portail

Bac	Nb d'étudiants	%
ES	37	7 %
L	2	0.5 %
S	279	51 %
Pro	58	10 %
Techno	102	18.5 %
DAEU	4	1 %
Étranger	66	12 %



Le corps enseignant

**Transition
secondaire
supérieur et
nouvelles
maquettes**

**IREM de
Montpellier,
Nicolas SABY**

- Des enseignants-chercheurs
- Plusieurs enseignants par modules
- Une multitude d'enseignements à assurer



Donc, quelles problèmes ?

Transition
secondaire
supérieur et
nouvelles
maquettes

IREM de
Montpellier,
Nicolas SABY

Quelles études à l'université ?

- Une grande diversité
- La physique est vite compliquée et diversifiée : physique, chimie, mécanique, EEA
- Une grande hétérogénéité qui rend illusoire de penser des adaptations en temps réel aux modifications de programme



Quelles réponses ?

Du point de vue du physicien

Un besoin de mathématiques «pratiques».

Des enseignements de type Calculus mettant l'accent sur des aptitudes de calcul très élémentaire ou pas élémentaire :

- fractions, puissances,
- logarithmes et exponentielles,
- identités remarquables,
- trigonométrie, nombres complexes,
- calcul vectoriel, équations algébriques et systèmes linéaires,
- dérivation d'une et plusieurs variables,
- intégration, équations différentielles,
- longueurs, surfaces, volumes,
- statistiques



Quelles réponses ?

Transition
secondaire
supérieur et
nouvelles
maquettes

IREM de
Montpellier,
Nicolas SABY

Du point de vue du mathématicien

Un besoin de rentrer dans l'activité mathématiques et dans les «raisonnements complexes»

- Quantification
- Conditions nécessaires et suffisantes
- Raisonnement par récurrence
- Entrée dans l'algèbre linéaire
- Entrée dans l'analyse



Des points d'appuis fragiles

Transition
secondaire
supérieur et
nouvelles
maquettes

IREM de
Montpellier,
Nicolas SABY

En logique

En analyse

En algèbre



Les problèmes sans réponses

Transition
secondaire
supérieur et
nouvelles
maquettes

IREM de
Montpellier,
Nicolas SABY

Les vrais enjeux et difficultés

- Comment mettre au travail les étudiants dans ces conditions ?
- Comment utiliser des points d'appui sur les connaissances des élèves, du fait d'une grande hétérogénéité et d'une continuité perturbée ?
- Comment rendre crédible un travail interdisciplinaire ?