

# Enjeux de l'enseignement scientifique du cycle terminal de la voie générale

Anne Burban, Robin Bosdeveix, Jean Aristide Cavailès

PNF : Enjeux du nouvel enseignement scientifique

Paris, 15 et 16 mai 2019



# POURQUOI UN ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE POUR TOUS ?

- Constat d'une polarisation marquée des formations selon les « deux cultures ».
  - Culture des « Humanités »
  - Culture scientifique
- Volonté de fournir **à tous** les éléments d'une culture scientifique et une compréhension de l'approche scientifique du monde, au-delà des approches disciplinaires habituelles
- Trois ambitions
  - Contribuer à former des citoyens lucides, conscients de leur présence au monde, de leur place dans le monde, de leur rapport au monde :  
**la science pour savoir**
  - Contribuer à former des citoyens responsables, conscients de leur effet sur le monde, de leur responsabilité à l'égard du monde :  
**la science pour faire**
  - Contribuer à former des citoyens rationnels, dotés d'un sens critique autonome :  
**la science pour former l'esprit**

# LE GROUPE D'ÉLABORATION DE PROPOSITION DE PROGRAMME (GEPP)

- Pilotes : Laurence Rezeau (PU), Dominique Rojat (IGEN) puis Robin Bosdeveix pour la terminale (IGEN)
- Tristan Briant (MCF)
- Anne Burban (IGEN)
- Cécile Cathala (professeure de lycée)
- Jean Aristide Cavailès (IGEN)
- Judicaël Courant (professeur de CPGE)
- Bruno David (PU, président du MNHN)
- Hubert Krivine (MCF honoraire)
- Pierre Léna (Académicien des sciences)
- Sophie Marcus (professeure de lycée)
- Nathalie Reix (professeure de lycée)
- Françoise Tort (MCF)

# UNE VOIE ÉTROITE

- **Intéresser tous les publics**

Ne pas ennuyer les spécialistes / ne pas perdre les non spécialistes

- **Créer un programme original**, différent des spécialités, mais pouvant entrer en résonance avec elles

- Proposer un **enseignement en prise avec les démarches** de la science, ancré à un contenu scientifique solide, dans une présentation simplifiée mais rigoureuse.

Pas de diffusion vulgarisée des théories scientifiques

- **Assurer une interdisciplinarité à 4 champs disciplinaires** (SVT, PC, M, I), au moyen d'une **organisation souple**

# LES CHOIX DE CONCEPTION DU PROGRAMME

- **Stabiliser les acquis antérieurs**, très peu de concepts nouveaux
- Choix de thèmes se prêtant à une **approche pluridisciplinaire**
- Prise en compte **des dimensions historique, épistémologique et sociétale de la science, dans une logique de grand récit argumenté**  
**Rubrique « Histoire, enjeux, débats »**
- Mise en activité des élèves autour de **pratiques scientifiques authentiques**
- Trouver **un regard commun** pour éviter les codes, habitudes, implicites spécifiques de chaque discipline

# REPÈRES POUR L'ENSEIGNEMENT

- Un enseignement en prise avec le réel, dans sa complexité
- Une place particulière pour les mathématiques
- Une place réservée à l'observation et l'expérience en laboratoire

« Il est bienvenu, chaque fois que possible, de créer les conditions permettant un travail de laboratoire fondé sur diverses formes de manipulations ».

- Une place importante pour l'histoire raisonnée des sciences
- Un usage explicité des outils numériques

# LIBERTÉ PÉDAGOGIQUE ET SOUPLESSE DIDACTIQUE

## ■ De nombreuses modalités d'enseignement possibles

Particulièrement clair dans le projet expérimental et numérique

## ■ Pas ou peu de changement pédagogique mais **une vigilance accrue portée à la variété des publics**

## ■ Une nécessaire souplesse

- Adaptation des approches didactiques
- **Un travail d'équipe indispensable**

# QUELLE ÉVALUATION ?

## ■ Evaluation en contrôle continu

- Dans le cadre des Epreuves Communes de Contrôle Continu (30 %)
- Dans le cadre du contrôle continu par l'enseignant (10 %)

## ■ Les E3C : deux épreuves écrites (2h)

- Une épreuve au cours du troisième trimestre de première
- Une épreuve au cours du deuxième trimestre de la classe de terminale

## ■ Modalités précisées dans l'atelier 5

**Proposer un questionnement varié qui convienne à la variété des publics  
et qui évalue à la fois les pratiques scientifiques étudiées et le recul  
réflexif de l'élève sur la science**



# DES RESSOURCES POUR LES ENSEIGNANTS

## ■ Des « essentiels disciplinaires »

- Déjà remis à la DGESCO : les essentiels mathématiques (7 documents et un livret d'animations numériques)
- D'autres ressources en cours de publication

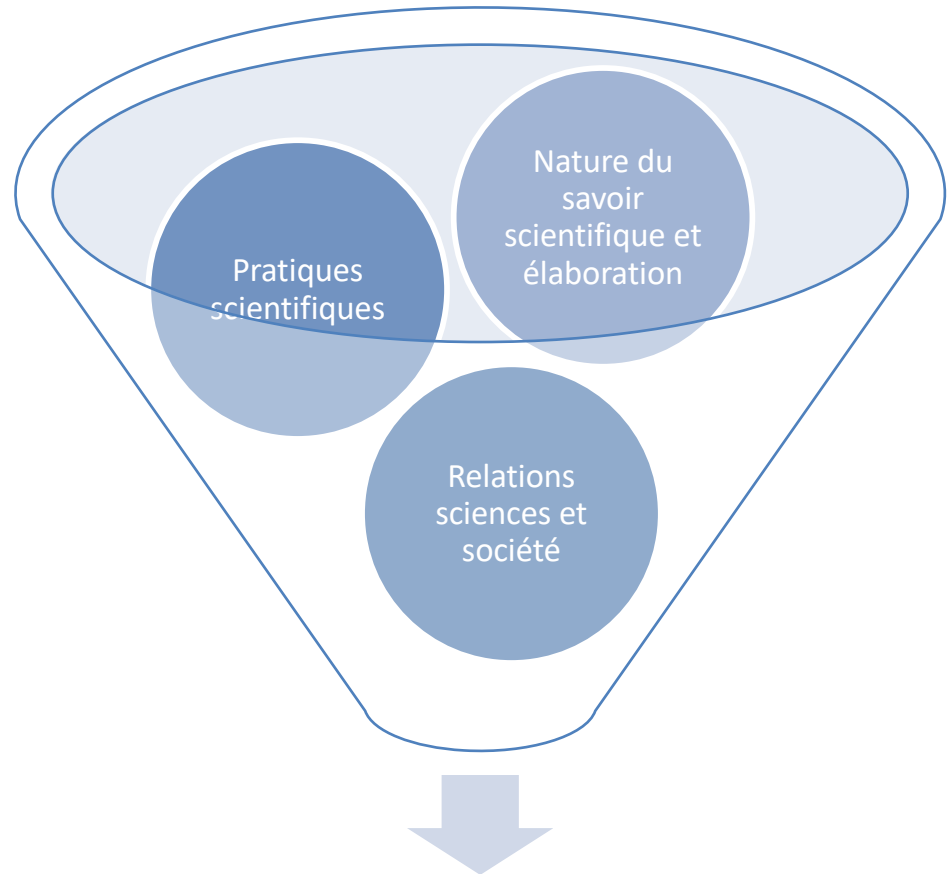
## ■ Une documentation commentée et adaptée pour l'ES

Textes historiques, articles scientifiques ou journalistiques, données statistiques, etc.

# Le programme

# OBJECTIFS GÉNÉRAUX DE FORMATION

1. Comprendre la nature du savoir scientifique et ses méthodes d'élaboration
2. Identifier et mettre en œuvre des pratiques scientifiques
3. Identifier et comprendre les effets de la science sur les sociétés et sur l'environnement



Enseignement scientifique

# LA NATURE DU SAVOIR SCIENTIFIQUE ET SON ÉLABORATION

- Distinction science et croyance : fondamental pour tout citoyen
  - Dimension rationnelle et collective de la construction des savoirs scientifiques
  - Eviter le relativisme : « tout se vaut »
- Importance de l'explicitation d'une dimension épistémologique (par l'histoire des sciences et par la pratique scientifique)
  - Approfondissement durant la table ronde et plusieurs ateliers (notamment sur l'âge de la Terre)

# LES PRATIQUES SCIENTIFIQUES

## ■ Des pratiques scientifiques variées, riches de leur diversité

- Observer
- Décrire
- Mesurer
- Quantifier
- Calculer
- Imaginer
- Modéliser
- Simuler
- Reasonner
- Prévoir et reconstituer
- Publier et communiquer

## ■ Une liste

- Hiérarchisable
- Déclinable selon les thèmes
- Où puiser pour chaque séance

- Unicité de la science et diversité des sciences (par leurs objets et des pratiques spécifiques)
- Importance des disciplines et du croisement entre disciplines

# LES EFFETS DE LA SCIENCE SUR LES SOCIÉTÉS ET LE MONDE

- La science source de développements technologiques
  - Voir la science sous un angle positif non naïf
  - Discussion de la notion de progrès
  - Les « impacts » des développements technologiques
- La science outil de compréhension des effets voulus ou non sur le monde
- La science outil de maîtrise des effets sur le monde

# CROISER LES 3 OBJECTIFS GÉNÉRAUX DE FORMATION ET LES 5 THÈMES

	Comprendre la nature du savoir scientifique et ses méthodes d'élaboration	Identifier et mettre en œuvre des pratiques scientifiques	Identifier et comprendre les effets de la science sur les sociétés et sur l'environnement
1- Une longue histoire de la matière			
2- Le Soleil, notre source d'énergie			
3- La Terre, un astre singulier			
4- Son et musique, porteurs d'information			
5- Projet scientifique (expérimental et numérique)			

Penser la construction de l'enseignement scientifique avec cette logique matricielle

# LE DÉVELOPPEMENT D'ATTITUDES ET DE DISPOSITIONS D'ESPRIT

**Curiosité**

**Créativité**

**Sens de l'observation**

**Rigueur**

**Doute**

**Esprit critique**

**Rôle formatif de l'erreur**

Développement par la science d'attitudes et de dispositions d'esprit transférables et utiles à tout citoyen



# THÈME 1 : UNE LONGUE HISTOIRE DE LA MATIÈRE

## ■ D'où vient la matière qui nous entoure ?

**Apparition et transformations : nucléosynthèse , transformations radioactives**

## ■ Organisation, hiérarchie, ordres de grandeurs

## ■ Rencontre des grands « contraires » qui contribuent à structurer la pensée scientifique

**microscopique – macroscopique**

**aléatoire – déterministe**

**ordonné – désordonné**

**simple – complexe**

## ■ Comment le sait-on ? Qu'en fait-on ?

**Les champs disciplinaires progressent ensemble**

# THÈME 2 : LE SOLEIL, NOTRE SOURCE D'ÉNERGIE

## ■ Concept d'énergie

- Grand thème unificateur du programme
- Concept central en science et importance majeure au niveau sociétal, avec des significations à articuler
- Première approche, approfondie en terminale

## ■ Se concentrer sur le soleil

- Le rayonnement solaire : origine (fusion), émission, etc.
- Le bilan radiatif terrestre : rayonnement reçu / rayonnement émis (remobilisé en terminale pour le climat)
- Une conversion biologique : la photosynthèse (connu mais donner un sens global, une compréhension à l'échelle du globe)
- Bilan thermique du corps humain (jeu sur les échelles, sens global)

# THÈME 3 : LA TERRE, UN ASTRE SINGULIER

- La forme de la Terre
- L'histoire de l'âge de la Terre
- La Terre dans l'Univers

- Les représentations de la Terre dans l'univers et en tant qu'elle-même
- La notion de modèles en sciences
- Forte dimension historique et épistémologique (cf. table ronde et atelier)
- Interdisciplinarité très forte

# THÈME 4 : SON ET MUSIQUE PORTEURS D'INFORMATION

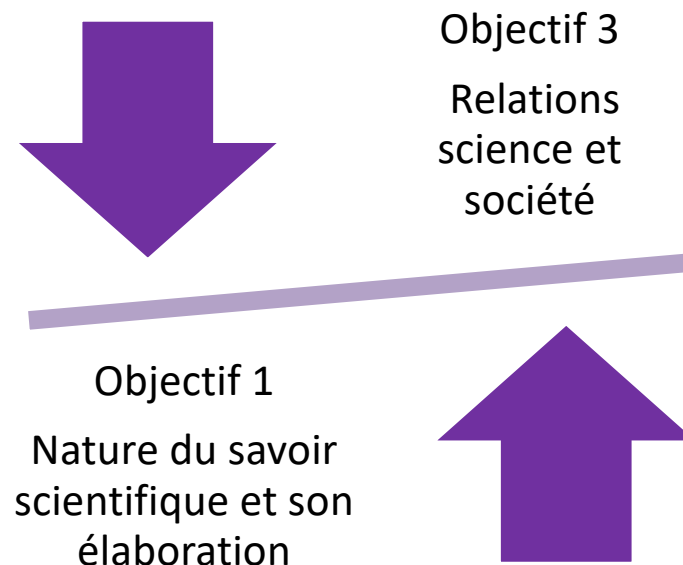
- Une approche du concept d'information
- Forte visée culturelle de ce thème : science et musique, langage universel
- Un thème articulant les quatre disciplines, y compris l'informatique en tant que science (dépassant la seule utilisation d'outils numériques)
  - Physique : la nature vibratoire du son
  - Mathématiques : les gammes
  - Informatique : la numérisation des sons
  - SVT : audition et santé auditive
- La place spécifique des mathématiques dans ce thème
  - Des mathématiques langage et outil au service de la description d'un phénomène
  - Une forte dimension historique (de Pythagore au MP3) et épistémologique (passage des nombres rationnels aux irrationnels)
  - Des mathématiques pour consolider la formation des élèves, notamment les futurs professeurs des écoles, sur les nombres (fractions, puissances) et le calcul.

# LE PROJET EXPÉRIMENTAL ET NUMÉRIQUE

- Pratique d'une démarche scientifique **expérimentale**, utilisation de **matériels** (mesures), **analyse critique** des résultats
  
- Une douzaine d'heures (modalité filée ou massée)
  
- Organisation et sujets laissés totalement à l'initiative de l'enseignant
  
- **Passages obligés :**
  - Utilisation d'un capteur
  - Acquisition numérique de données (pouvant être complétée par d'autres types de données)
  - Traitement statistique, représentation et interprétation de ces données
  
- **Seule contrainte d'organisation :**  
« Il s'organise dans des conditions matérielles qui permettent un travail pratique effectif »

# ET EN TERMINALE ?

- Complémentarité avec les thèmes de première : penser le programme du cycle terminal comme un tout cohérent
- Préambule identique => philosophie commune
- Mise en avant importante des enjeux sociétaux (transitions climatique, énergétique, écologique)
  - Thème 1 : Science, climat et société
  - Thème 2 : Le futur des énergies
  - Thème 3 : Une histoire du vivant



# LA PLACE « PARTICULIÈRE » DES MATHÉMATIQUES

Pourquoi « particulière » ?

- Parce que l'enseignement scientifique est la seule discipline du tronc commun où sont enseignées les mathématiques alors qu'elles font partie des enseignements dits « fondamentaux » (lire, écrire, compter, coder) qui servent dans des domaines autres que scientifique (économie, gestion, droit, géographie...).
- Parce que les mathématiques sont un langage et un outil pour les autres disciplines scientifiques (Galilée : « le grand livre de la Nature est écrit en langage mathématique »)
- Parce que les mathématiques, à l'instar de la philosophie, accordent une place privilégiée à l'abstraction, à la généralisation et au transfert, qualités reconnues comme indispensables à la réussite d'études supérieures, mêmes autres que scientifiques.

# PLACE ET RÔLE DES MATHÉMATIQUES DANS L'ES

- Une place réelle, mais pas toujours visible, souvent à travers des modèles mathématiques qui sous-tendent le traitement lui-même.
  - **Thème 1** : modèle géométrique du cube en cristallographie, modèle discret des suites géométriques dans la décroissance radioactive
  - **Thèmes 2 et 3** : modèle géométrique de la sphère (rayonnement solaire et forme de la Terre)
  - **Thème 4** : sinusoides et fonctions périodiques pour modéliser les sons. Principe de discrétisation pour la numérisation des sons
- Des contextes de présentation nouveaux et attrayants (approche historique de la mesure du méridien terrestre, articulation avec la musique, enjeu contemporain de la compression des sons pour le stockage et le transfert)



# QUELS ENSEIGNANTS POUR PRENDRE EN CHARGE LA DIMENSION MATHÉMATIQUE ?

- Des enseignants de mathématiques convaincus et passionnés
- Des enseignants des autres disciplines prêts à se former à la didactique de la discipline (propriétés des nombres dans le thème 4 notamment) et à l'utilisation d'outils numériques adaptés aux mathématiques et à l'informatique (GeoGebra, tableur, Python)
- Pour les aider : mise à disposition de 7 ressources thématiques et d'un livret d'animations numériques (atelier 4 du PNF)