

# Des stratégies d'enseignement au service des apprentissages en SVT

Robin Bosdeveix

IGEN groupe STVST

Sciences et technologies du vivant, de la santé et de la Terre

[robin.bosdeveix@education.gouv.fr](mailto:robin.bosdeveix@education.gouv.fr)

# INTRODUCTION

- Un large panel de façons d'enseigner les SVT au service de différentes finalités (apprentissage)
- Réaliser des choix pédagogiques éclairés et conscients au regard de plusieurs dimensions



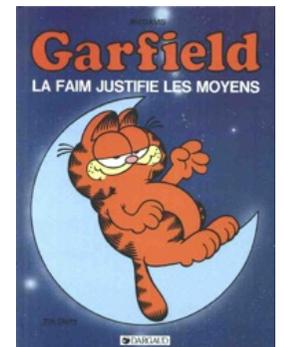
# PLAN DE LA PRÉSENTATION

- 1. Les finalités visées par l'enseignement
  - 1.1. Des objectifs d'enseignement variés
  - 1.2. Faire progresser les élèves en prenant en compte leurs besoins
- 2. Enseignement des sciences fondé sur l'investigation
- 3. La modélisation dans l'enseignement des SVT
- 4. La nature de la science

Réflexion complétée par les ateliers de l'après-midi

# 1. Les finalités visées par l'enseignement

La fin et les moyens...



# 1.1. DES OBJECTIFS D'ENSEIGNEMENT VARIÉS



## Objectifs cognitifs

Savoirs et compétences



## Objectifs épistémologiques

Nature de la science



## Objectifs éducatifs

Éduquer aux choix : en santé, sexualité, développement durable, etc. Développer les compétences psychosociales

# OBJECTIFS COGNITIFS

- **Savoirs scientifiques visés : concepts clés, types de problèmes en jeu, niveau de formulation**
- **Compétences visées**
  - **Compétences** : aptitude à mobiliser des ressources pour accomplir une tâche ou faire face à une situation complexe ou inédite (socle commun, p. 2)
  - **Ressources internes** : connaissances, capacités, attitudes
  - De nombreux auteurs (eg. B. Rey) précisent que la compétence se réfère à une famille de situations, posant la question du transfert de la compétence
- **Lien compétence et savoir**
  - Exemple des attendus de fin de cycle au collège : « Expliquer comment une activité humaine peut modifier l'organisation et le fonctionnement des écosystèmes »
  - Différents degrés de généralité de la compétence : « Pratiquer des démarches scientifiques » (des points communs mais aussi des différences entre sciences historiques et sciences expérimentales)

# OBJECTIFS ÉPISTÉMOLOGIQUES

- Nature des savoirs scientifiques et leur élaboration
  - Critères de scientificité (Lecointre, 2018)
  - Distinction entre savoirs scientifiques et croyances (propositions que l'on tient pour vraie sans nécessité de preuves)
- Importance de la formation d'une rationalité scientifique, d'un esprit critique, dès l'école
- Enjeu majeur face à la défiance vis à vis des sciences
  - Créationnisme
  - Société de la Terre plate
  - Mouvement « antivax »
  - Pseudosciences (ex : astrologie)
  - ...

# OBJECTIFS ÉPISTÉMOLOGIQUES

- Identifier ce qui relève des sciences dans une question sociétale complexe, mobilisant d'autres registres (politique, économique, éthique...) et des valeurs
  - Exemple des questions scientifiques socialement vives (ex : utilisation des OGM)
- Composante de la culture scientifique (*scientific literacy*)

« Dans l'enquête PISA, la culture scientifique renvoie « **à la capacité des individus de s'engager dans des questions en rapport avec la science en tant que citoyens réfléchis. Les individus compétents en sciences sont prêts à s'engager dans des raisonnements sensés à propos de la science et de la technologie** » (DEPP, note d'information n°37, déc. 2016)

# OBJECTIFS ÉDUCATIFS

- Education aux choix (éclairés par les savoirs scientifiques)
- Culture scientifique et pouvoir d'agir sur le monde
  - Dimension comportementale (et pas seulement cognitive)
- SVT et éducation transversales
  - EDD
  - Education à la santé
  - Education à la sexualité
  - Education aux risques
  - Education à l'orientation
  - EMI
  - ...

# LES DÉTERMINANTS DES COMPORTEMENTS

## **Déterminants internes**

(connaissances, aptitudes physiques...)

## **Déterminants externes, environnementaux**

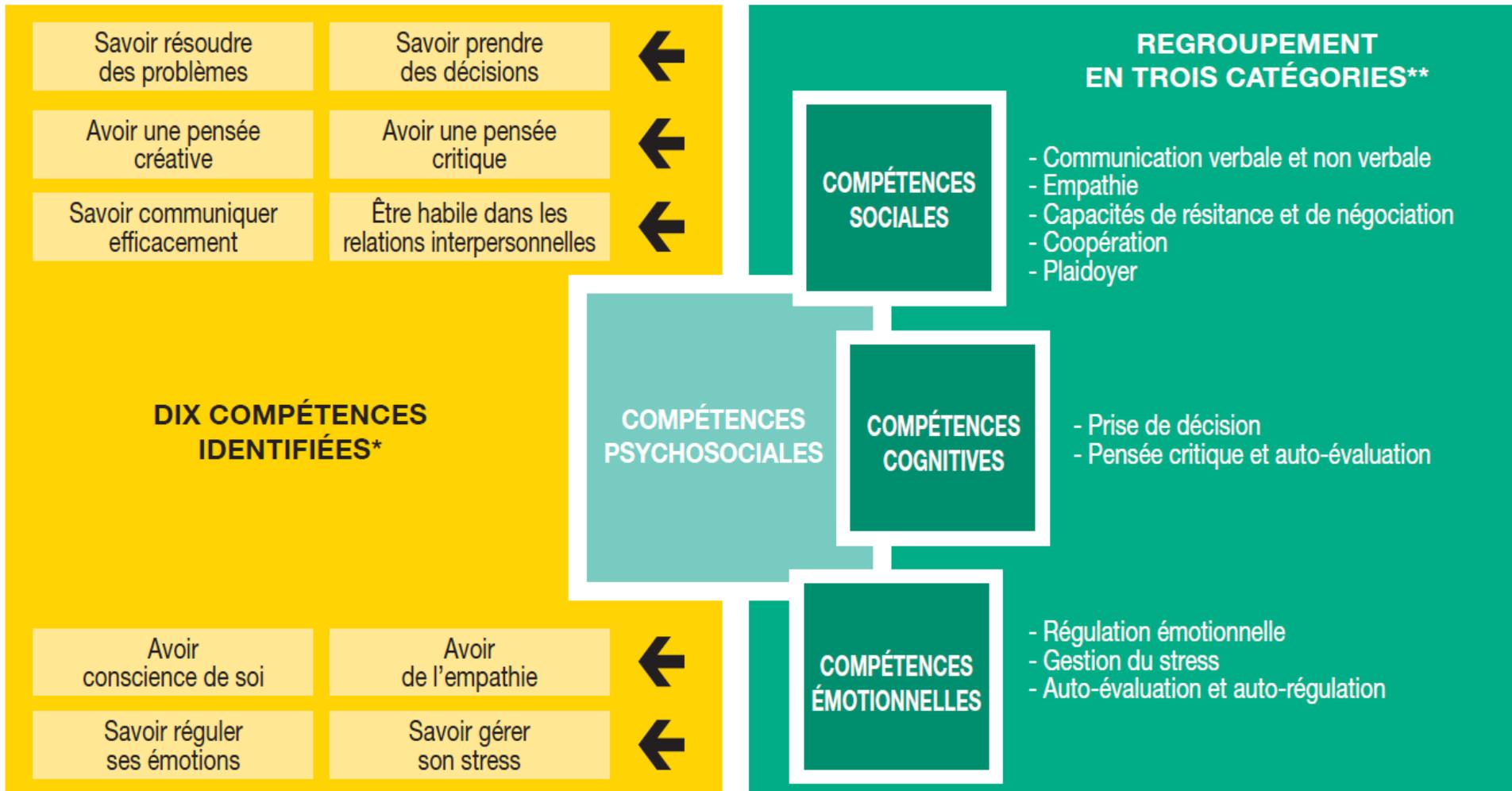
(normes culturelles et sociales, pression des pairs...)

- Les déterminants externes des comportements sont majeurs !
- Nécessité de travailler les compétences psychosociales : « capacité d'une personne à répondre avec efficacité aux exigences et aux épreuves de la vie quotidienne » (OMS)
- Formes de travail adaptées : débat, analyse de situations concrètes (vidéos...), jeu de rôle, etc.

# OBJECTIFS ÉDUCATIFS

## LES COMPÉTENCES PSYCHOSOCIALES (*LIFE SKILLS*)

### LES 3 GRANDES CATÉGORIES DES 10 COMPÉTENCES PSYCHOSOCIALES



# DES OBJECTIFS VARIÉS AU SERVICE D'UN PROJET ÉDUCATIF GLOBAL

## ■ Rôle émancipateur de l'école

- « L'école en instruisant éduque à la liberté » (programme de 1985, inspiré de la vision de Condorcet)
- Education et valeurs humanistes

## ■ Emancipation du citoyen

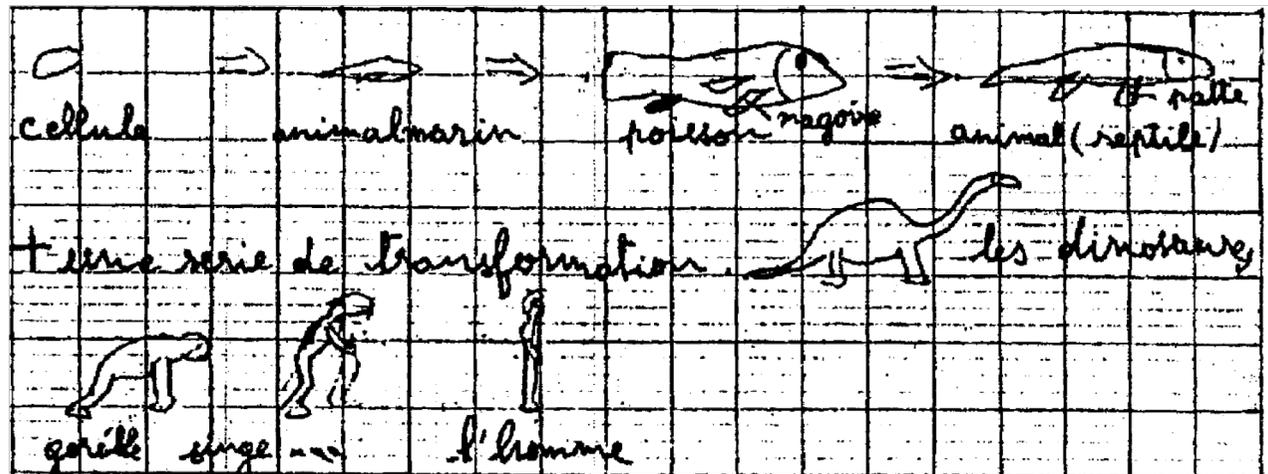
- Par les savoirs : comprendre et interroger le monde
- Par les compétences : pouvoir d'agir sur le monde
- Par les attitudes / savoir-être : pouvoir interagir avec autrui (coopération, autonomie, attitude critique, ouverture d'esprit et curiosité, respect d'autrui...)

Votre stratégie d'enseignement et votre mode d'interactions pédagogiques avec les élèves ont un impact important !

## 1.2. FAIRE PROGRESSER LES ÉLÈVES EN PRENANT EN COMPTE LEURS BESOINS

### ■ Prendre en compte les représentations des élèves

- Apprendre, c'est changer son rapport au monde
- Représentation et obstacle épistémologique (Orange & Orange Ravachol, 2013)
- Exemple : pensée individuelle vs pensée populationnelle en évolution. Obstacle de la métamorphose (transformation de l'individu au cours de sa vie et non à l'échelle des populations au cours de leur reproduction)



[http://acces.ens-lyon.fr/vie/evolution/20100430\\_corinne\\_fortin.pdf](http://acces.ens-lyon.fr/vie/evolution/20100430_corinne_fortin.pdf)

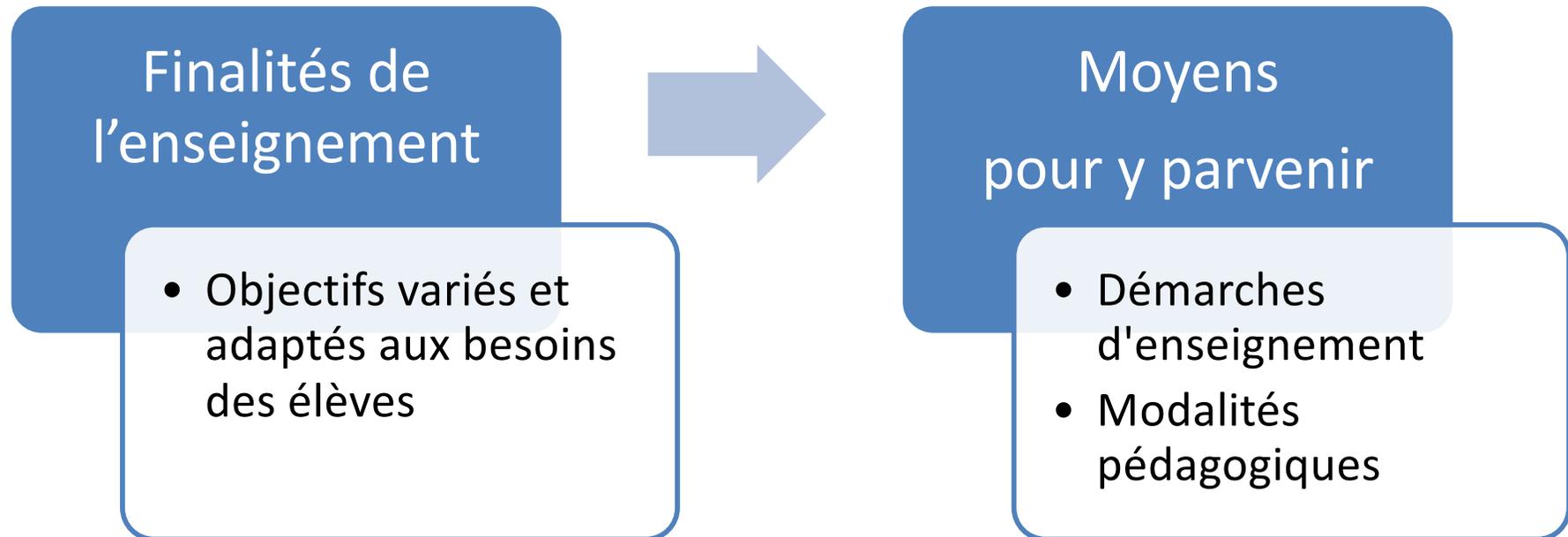
# OÙ EN SONT-ILS DANS LEUR FORMATION ?

## DIMENSION CURRICULAIRE

- Prendre en compte les acquis des élèves
- Place de votre enseignement dans le cycle
  - Consolidation et approfondissement
  - Source de difficultés lors des transitions : école/collège/lycée (« ne pas tout refaire ! »)
- Approche spiralaire
  - Evolution des problèmes scientifiques travaillés sur un thème donné
  - Mobilisation de savoirs nouveaux, notamment issus d'autres disciplines
  - Diversification des contextes et des familles de situations dans lesquelles sont mobilisés les savoirs et les compétences
  - Mise au travail d'obstacles épistémologiques (« résistants » et nécessitant d'y revenir)
- La question de l'interdisciplinarité
  - Introduit-on le concept en SVT ou le remobilise-t-on ?
  - La question de la mise en cohérence des discours et des approches entre disciplines

Question des élèves à besoins éducatifs particuliers :  
non discutée dans cette conférence

# EN GUISE DE PREMIER BILAN



Focus sur 3 aspects :

- Enseignement des sciences fondé sur l'investigation
- La modélisation dans l'enseignement des SVT
- La nature de la science

# 2. Enseignement des sciences fondé sur l'investigation (ESFI)

*Inquiry-based science education (IBSE)*



# AUX ORIGINES DE L'INVESTIGATION

## ■ Des origines anciennes (Coquidé, Fortin, Rumelhard, 2009)

- Pédagogies actives
- Démarche d'enquête (*Inquiry*, John Dewey)
- Leçons de choses
- Classes de sciences expérimentales du lycée avec la méthode dite de redécouverte
- Modèle pédagogique « investigation-structuration » (INRP)
- Enseignement par résolution de problème

## ■ Création de la Main à la Pâte (1995)

## ■ Programme de rénovation des sciences et de la technologie à l'école (PRESTE) en 2000

- « L'approche pédagogique qu'il [PRESTE] induit est fondée sur le questionnement et sur l'investigation, constitutifs des disciplines scientifiques. Les élèves s'interrogent, agissent de manière raisonnée et communiquent. Les élèves construisent leurs apprentissages en étant acteurs des activités scientifiques ».

## ■ Introduction de la démarche d'investigation dans les instructions officielles

- Programme de l'école primaire en 2002
- Programme du collège en 2005
- Socle commun de connaissances et de compétences en 2006
- Programme de SVT de lycée en 2010

# LES RAISONS DE LA PROMOTION DE L'INVESTIGATION EN SCIENCES

- Investigation : caractéristique épistémologique des sciences
  - Le propre de la recherche scientifique : poser et résoudre des problèmes
  - Aider les élèves à se construire une représentation plus « authentique » des sciences
- Impliquer les élèves dans la construction de leurs savoirs (constructivisme)
- Développer des attitudes de curiosité, de travail coopératif, d'autonomie
- Développer des compétences liées aux pratiques scientifiques (raisonnement, argumentation, observation, expérimentation, modélisation...)
- Motiver les élèves (appétence pour les sciences)
- Contribuer à l'orientation vers des métiers scientifiques (un besoin pour la société)

# SOCLE COMMUN DE CONNAISSANCES, DE COMPÉTENCES ET DE CULTURE

## ■ Objectifs de connaissances et de compétences pour la maîtrise du socle commun. Démarches scientifiques

L'élève sait mener une **démarche d'investigation**.

Pour cela, il décrit et questionne ses observations ;

il prélève, organise et traite l'information utile ;

il formule des hypothèses, les teste et les éprouve ;

il manipule, explore plusieurs pistes, procède par essais et erreurs ;

il modélise pour représenter une situation ;

il analyse, argumente, mène différents types de raisonnements (par analogie, déduction logique...)

il rend compte de sa démarche.

Il exploite et communique les résultats de mesures ou de recherches en utilisant les langages scientifiques à bon escient.

# PROGRAMME DE SVT (2010)

- « Il est d'usage de décrire une démarche d'investigation comme la succession d'un certain nombre d'étapes types :
  - une situation motivante suscitant la curiosité,
  - la formulation d'une problématique précise,
  - l'énoncé d'hypothèses explicatives,
  - la conception d'une stratégie pour éprouver ces hypothèses,
  - la mise en œuvre du projet ainsi élaboré,
  - la confrontation des résultats obtenus et des hypothèses,
  - l'élaboration d'un savoir mémorisable,
  - l'identification éventuelle de conséquences pratiques de ce savoir.
- Ce canevas est la conceptualisation d'une démarche type. Le plus souvent, pour des raisons variées, il convient d'en **choisir quelques aspects pour la conception des séances.** »

- Une démarche **pédagogique** présentant des similitudes avec les démarches scientifiques des chercheurs
- Evolution de la DI moins formalisée dans les textes ultérieurs

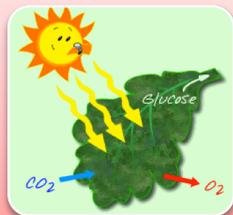
# NOUVEAU PROGRAMME DE LYCÉE SVT (2019)

## Compétences travaillées

<b>Compétences</b>	<b>Exemples de capacités associées</b>
<b>Pratiquer des démarches scientifiques</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Formuler et résoudre une question ou un problème scientifique.</li><li>- Concevoir et mettre en œuvre des stratégies de résolution.</li><li>- Observer, questionner, formuler une hypothèse, en déduire ses conséquences testables ou vérifiables, expérimenter, raisonner avec rigueur, modéliser. Justifier et expliquer une théorie, un raisonnement, une démonstration.</li><li>- Interpréter des résultats et en tirer des conclusions.</li><li>- Comprendre le lien entre les phénomènes naturels et le langage mathématique.</li><li>- Comprendre qu'un effet peut avoir plusieurs causes.</li><li>- Savoir distinguer, dans la complexité apparente des phénomènes observables, des éléments et des principes fondamentaux.</li><li>- Savoir distinguer ce qui relève d'une croyance ou d'une opinion et ce qui constitue un savoir scientifique.</li></ul>

# LA OU LES DÉMARCHES D'INVESTIGATION / SCIENTIFIQUES

- Unicité du terme « science » comme activité humaine rationnelle et collective cherchant à rendre intelligible le monde, en produisant des connaissances par des méthodes rigoureuses, vérifiables, reproductibles en s'appuyant sur des faits
- Diversité au sein des sciences, y compris au sein des SVT
  - Sciences fonctionnalistes et sciences historiques (histoire de la vie, histoire de la Terre)
  - On ne peut pas décrire l'histoire uniquement avec des lois : place du hasard, de la contingence (Gayon, 1993)
  - Les SVT ne sont pas qu'une science expérimentale !



Problème fonctionnaliste



Problème historique

# DÉMARCHE D'INVESTIGATION ET PISA 2015

- Programme international pour le suivi des acquis des élèves (OCDE)
  - Dominante en sciences en 2015
- « *Qu'importe t'il de savoir et de savoir faire en tant que citoyen ?* »
  - PISA évalue dans quelle mesure, les élèves approchant terme de la scolarité obligatoire possèdent certaines des connaissances et des compétences essentielles pour participer pleinement à la vie des sociétés modernes.

# LE PROTOCOLE DE CALCUL DE L'INDICE DE L'ENSEIGNEMENT FONDÉ SUR UNE DÉMARCHE D'INVESTIGATION

À partir du questionnaire élèves

9 items

<b>Lors de vos cours de sciences, à quelle fréquence les situations suivantes se produisent-elles ?</b>				
<i>(Sélectionnez une réponse par ligne.)</i>				
	<i>À tous les cours</i>	<i>À la plupart des cours</i>	<i>À quelques cours</i>	<i>Jamais ou presque jamais</i>
Les élèves ont l'occasion d'expliquer leurs idées.	ST098Q01TA01 <input type="radio"/>	ST098Q01TA02 <input type="radio"/>	ST098Q01TA03 <input type="radio"/>	ST098Q01TA04 <input type="radio"/>
Les élèves passent du temps au laboratoire pour réaliser des expériences pratiques.	ST098Q02TA01 <input type="radio"/>	ST098Q02TA02 <input type="radio"/>	ST098Q02TA03 <input type="radio"/>	ST098Q02TA04 <input type="radio"/>
Les élèves doivent construire des argumentations sur des questions scientifiques.	ST098Q03NA01 <input type="radio"/>	ST098Q03NA02 <input type="radio"/>	ST098Q03NA03 <input type="radio"/>	ST098Q03NA04 <input type="radio"/>
On demande aux élèves de tirer les conclusions d'une expérience qu'ils ont réalisée.	ST098Q05TA01 <input type="radio"/>	ST098Q05TA02 <input type="radio"/>	ST098Q05TA03 <input type="radio"/>	ST098Q05TA04 <input type="radio"/>
Le professeur explique comment un principe scientifique peut s'appliquer à divers phénomènes (par ex., le mouvement des objets ou les substances ayant des propriétés semblables).	ST098Q06TA01 <input type="radio"/>	ST098Q06TA02 <input type="radio"/>	ST098Q06TA03 <input type="radio"/>	ST098Q06TA04 <input type="radio"/>
On permet aux élèves de concevoir leurs propres expériences.	ST098Q07TA01 <input type="radio"/>	ST098Q07TA02 <input type="radio"/>	ST098Q07TA03 <input type="radio"/>	ST098Q07TA04 <input type="radio"/>
On débat en classe des projets de recherche.	ST098Q08NA01 <input type="radio"/>	ST098Q08NA02 <input type="radio"/>	ST098Q08NA03 <input type="radio"/>	ST098Q08NA04 <input type="radio"/>
Le professeur explique clairement en quoi les concepts scientifiques sont importants dans notre vie.	ST098Q09TA01 <input type="radio"/>	ST098Q09TA02 <input type="radio"/>	ST098Q09TA03 <input type="radio"/>	ST098Q09TA04 <input type="radio"/>
On demande aux élèves de mener une étude scientifique pour tester leurs propres idées.	ST098Q10NA01 <input type="radio"/>	ST098Q10NA02 <input type="radio"/>	ST098Q10NA03 <input type="radio"/>	ST098Q10NA04 <input type="radio"/>

# DES PRÉCAUTIONS D'EMPLOI

## ■ Des résultats fondés sur les déclarations des élèves

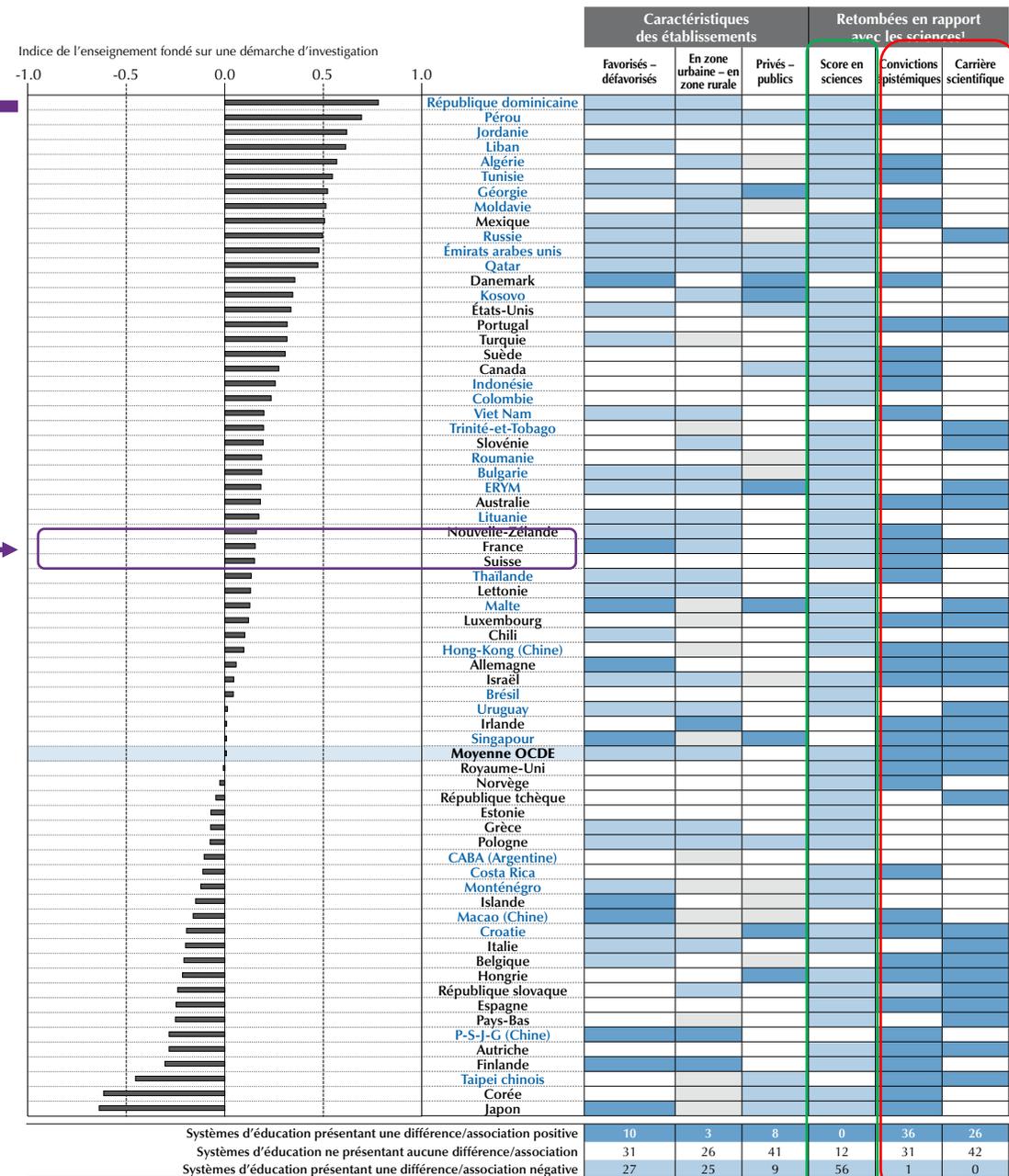
- ... pas en appui sur des déclarations d'enseignants
- ... pas d'observation externe
- Des biais socio-culturels possibles « les élèves d'une même classe peuvent percevoir différemment des situations en classe et ne pas en rendre compte de la même manière, ou les répondants peuvent fournir des réponses qui sont considérées comme socialement plus souhaitables ou acceptables que d'autres » (PISA, 2015)

## ■ Mais résultats comparatifs méritant que l'on s'y intéresse

- « Même s'il se peut que les élèves ne se rappellent pas avec précision ce qui se passe durant leurs cours de sciences, leurs déclarations sont souvent plus fiables que celles des enseignants qui surestiment fréquemment le degré d'exposition des élèves à des activités généralement jugées positives » (Hodson, 1993).

# ESFI ET RÉSULTATS EN SCIENCES

■ Différence/association positive  
 ■ Différence/association négative  
 ■ Différence/association non significative  
 ■ Valeurs manquantes



France : indice de l'ESFI positif +0,2

- 12 pays : pas d'association entre ESFI et le score en sciences
- 56 pays : association **négative** entre ESFI et le score en sciences

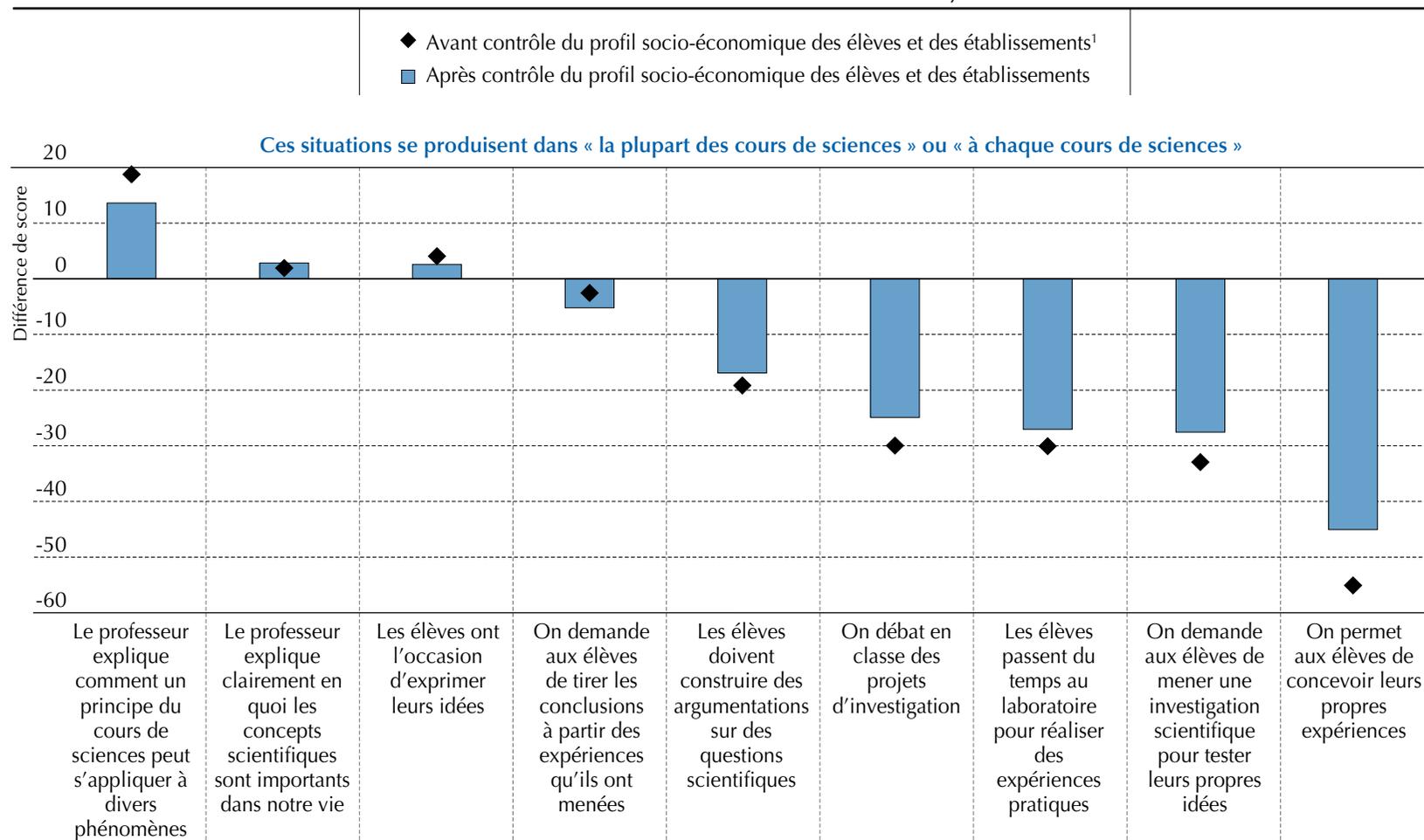
Association positive entre ESFI et convictions épistémiques (36 pays) et motivations pour une carrière scientifique (26 pays)

1. Après contrôle de l'indice PISA de statut économique, social et culturel des élèves et des établissements.  
 Les pays et économies sont classés par ordre décroissant de l'indice de l'enseignement fondé sur une démarche d'investigation.  
 Source : OCDE, Base de données PISA 2015, tableau II.2.27.

# ESFI ET PERFORMANCE EN SCIENCES

Graphique II.2.20 ■ **Enseignement fondé sur une démarche d'investigation et performance en sciences**

Résultats fondés sur les déclarations des élèves, moyenne OCDE



1. Le profil socio-économique est mesuré par l'indice PISA de statut économique, social et culturel.

**Remarque :** Toutes les différences sont statistiquement significatives (voir l'annexe A3).

**Source :** OCDE, Base de données PISA 2015, tableau II.2.28.

# DISCUSSION DES RÉSULTATS

- Corrélations à interpréter avec prudence de part la méthode utilisée (déclarations d'élèves, calcul d'indice multifactoriel)
- Des aspects non évalués par PISA et pourtant des objectifs importants de la DI : travail coopératif, autonomie, créativité, curiosité...
- D'autres études contradictoires : « Des précédentes études ont démontré que l'enseignement fondé sur ... peut améliorer l'apprentissage des élèves, leurs attitudes à l'égard de la science ainsi que leurs compétences polyvalentes, telles que le raisonnement critique » (PISA, 2015)
- « Cependant, certains experts mettent en garde contre le fait que les activités de laboratoire améliorent l'apprentissage **uniquement lorsqu'elles sont conçues avec soin et correctement structurées**, et lorsque les **élèves manient des concepts en plus de manipuler des objets** (Hofstein et Lunetta, 2004 ; Woolnough, 1991) » (PISA, 2015)

# QUELQUES ENSEIGNEMENTS...

- Convergences avec d'autres études sur les difficultés des enseignants (Marlot & Morge, 2016)
- Importance d'articuler fortement l'investigation et la construction conceptuelle
  - Nécessité d'une explicitation du sens de la recherche
  - Nécessité d'une structuration des connaissances, d'un bilan conceptuel clair et structuré



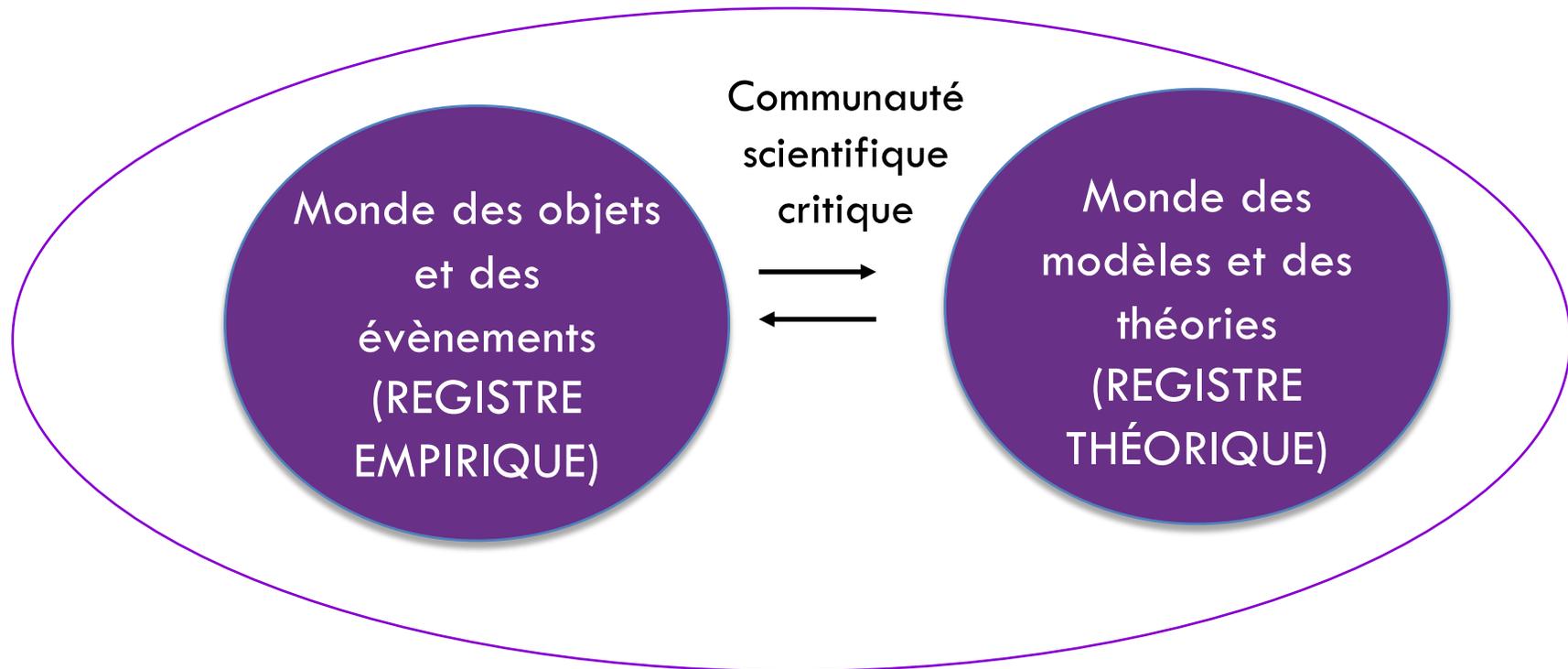
# 3. La modélisation dans l'enseignement des SVT



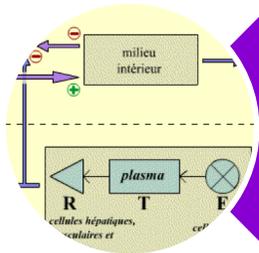
Le peintre et son modèle (Picasso)

# LA SCIENCE CONSTRUIT DES MODÈLES CONCEPTUELS

- La science « construit un modèle de la nature, par définition provisoire, acceptable tant que la confrontation de ses prévisions avec des faits ne fait pas apparaître de contradiction » (Rojat, 2002)



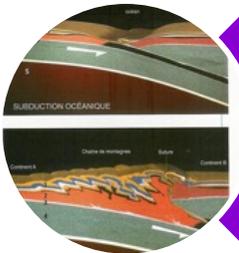
# LES MODÈLES ET LEURS FONCTIONS



Modèle, objet d'étude

## Fonctions de la modélisation

- Visualiser, représenter
- Illustrer, faire comprendre
- Explorer
- Expliquer
- Calculer, prévoir, agir



Modèle, moyen d'étude

## Modélisation essentielle en raison de problèmes de :

- Durée (temps court ou temps long de la géologie)
- Echelle (très petit, très grand)
- Sécurité (ex : manipulation de produits dangereux)
- Ethique (expérience chez l'Homme, vivisection)



Modèle, outil pour faire comprendre

# LES REPRÉSENTATIONS DES ENSEIGNANTS SUR LA MODÉLISATION

- Une étude menée par l'Institut Français de l'Education (IFE) à l'aide d'un questionnaire en ligne diffusé entre janvier et mars 2011 sur les représentations des enseignants concernant les démarches d'investigation (DI) et de quatre concepts clés des DI : problème, hypothèse, expérience et modèle
- 2606 répondants
  - 478 en mathématiques
  - 771 en SPC
  - 702 en SVT
  - 655 en technologie

# DISTINCTION DES PROFESSEURS DE SVT : ANALOGIE SURVALORISÉE ET PREDICTION SOUS- VALORISÉE

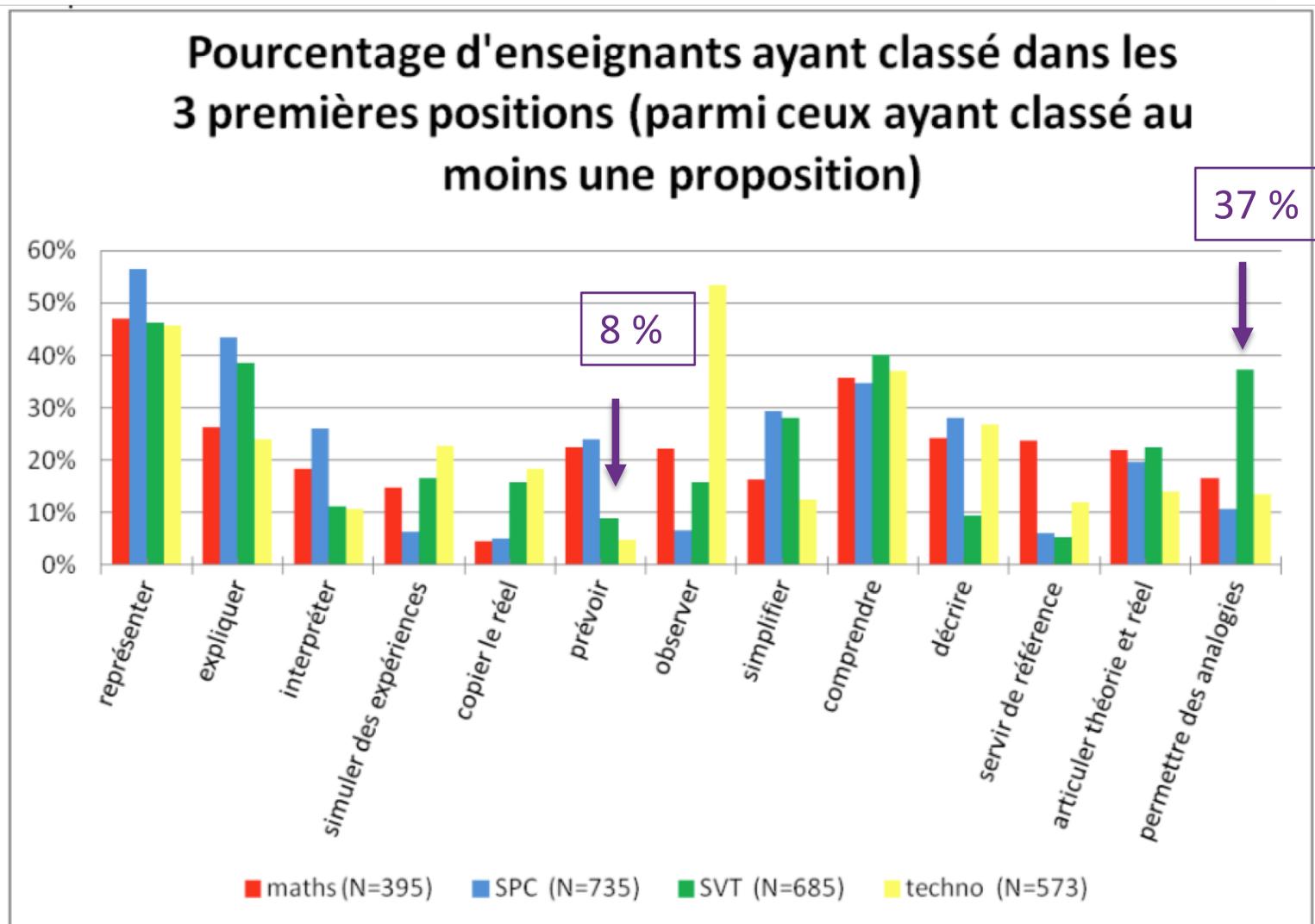
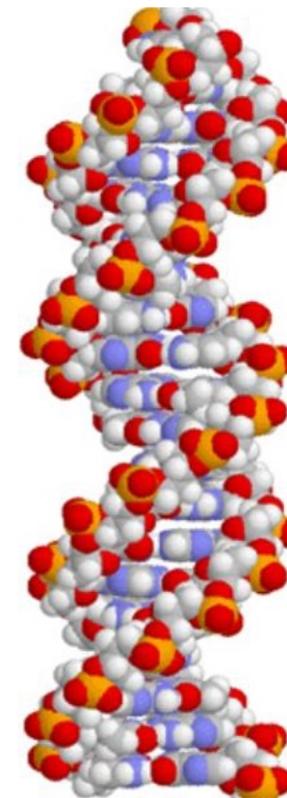
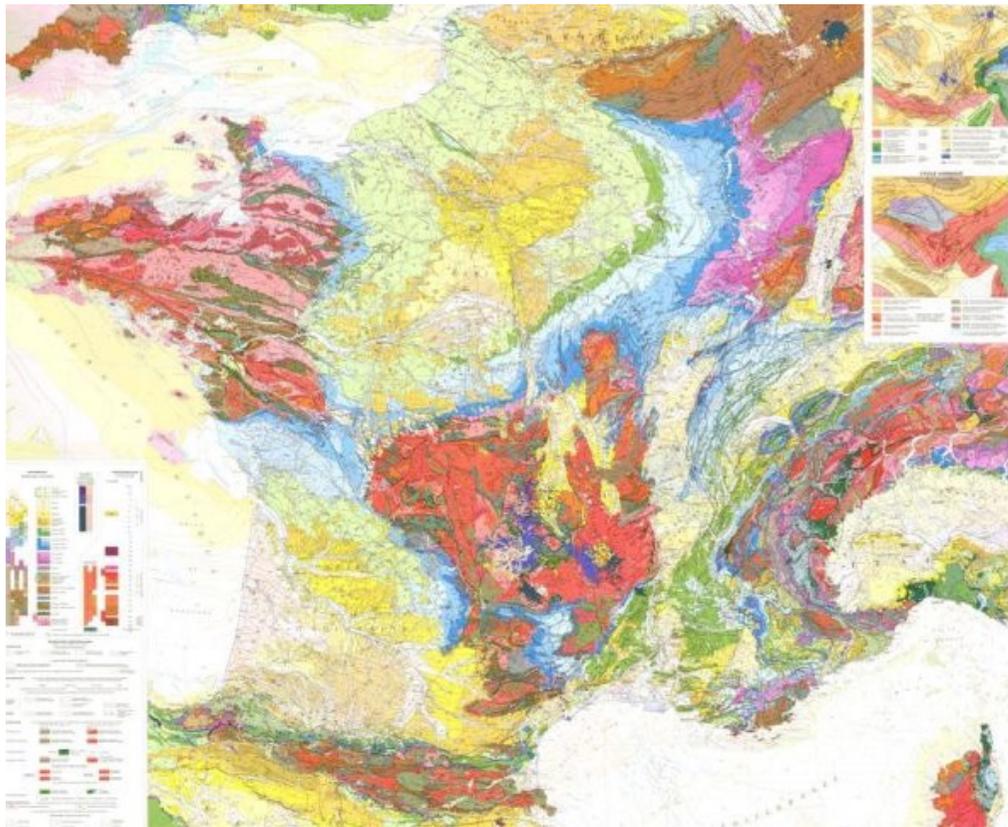


Figure 83 : Pourcentages d'enseignants par discipline ayant classé la proposition dans les 3 premières positions, parmi les enseignants ayant choisi au moins 1 fonction du modèle à la question *Pour vous, quelles sont les fonctions des modèles utilisés dans votre discipline ? Choisissez puis classez les propositions retenues en mettant en position 1 la fonction que vous jugez la plus importante.*

# DES DIFFICULTÉS D'ÉLÈVES

## ■ Confusion modèle / réalité

- Carte géologique (Savaton, 1995)
- Modèle moléculaire (Dorey, 2012)



# LE STATUT DE LA SIMULATION POUR LES ÉLÈVES

- Simulation : exploration du modèle, « expérimentation » au sein du modèle
- Vigilance à certaines difficultés des élèves
  - « Si les règles du jeu sont comprises (l'élève sait qu'on a caché la théorie dans la machine [*le modèle*] et qu'il va simuler des expériences qui ressemblent à celles qui ont permis de découvrir la théorie dans l'expérimentation réelle), c'est parfait.
  - Si l'élève croit qu'il est réellement en train d'expérimenter, on l'enferme dans **une fausse découverte circulaire**, qui le trompe et le conduit, par exemple, à croire qu'il est inutile d'expérimenter sur le vivant puisqu'on peut découvrir la même chose grâce à un ordinateur » (Rojat, 2002)

# MODÉLISATION ET DÉMARCHES PÉDAGOGIQUES

## ■ 1. **Modèle à construire (modèle, aboutissement de la démarche) :**

démarche pour laquelle le modèle est construit pas à pas au fur et à mesure de la découverte progressive de ses différents éléments à partir de l'interprétation de données empiriques (faits de terrain ou résultats expérimentaux) et de données théoriques

## ■ **Modèle initial**

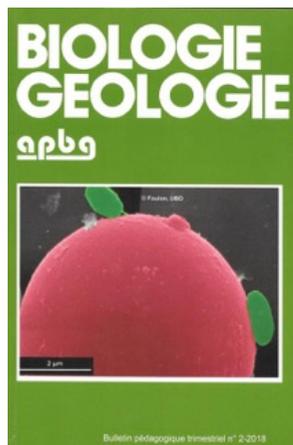
- **2. Modèle à explorer pour le comprendre :** démarche qui conduit l'élève, à partir de l'exploration d'un modèle (par exemple simulé informatiquement), à en inférer les caractéristiques et propriétés
- **3. Modèle, source de recueil de données à mettre en relation :** démarche d'appropriation d'un modèle outil et réalisation de prévisions, orientant le recueil de données empiriques à confronter au modèle
- **4. Confrontation de plusieurs modèles,** de leurs domaines de validité, leurs limites, leurs adéquations aux faits et à la théorie

Le modèle n'est pas forcément le résultat final d'une démarche !  
Différentes façons d'articuler faits et idées sont possibles !

# UN EXEMPLE EN COLLÈGE (DÉMARCHE 3) : MODÈLE INITIAL SOURCE DE RECHERCHE DE DONNÉES EMPIRIQUES

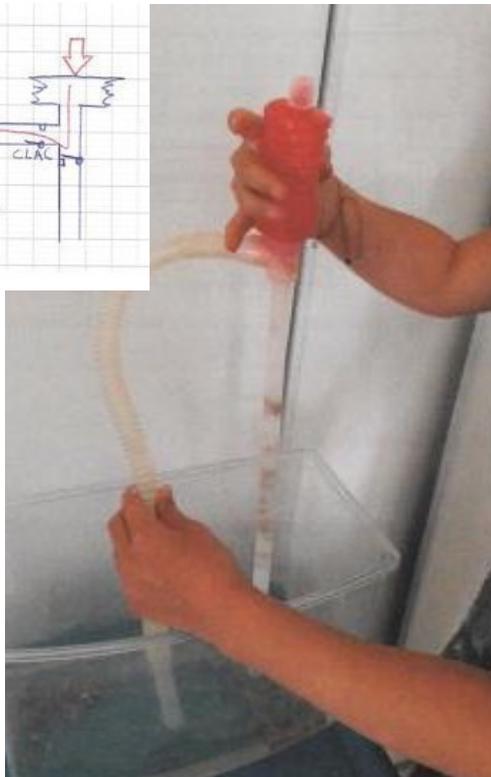
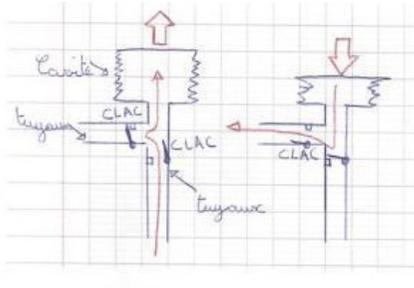
## ■ Problème du fonctionnement du cœur en cycle 4

- Etude d'un modélisation analogique (mécaniste) : orientation de la recherche empirique (« si le cœur fonctionne comme une pompe, on s'attend à trouver... ») et construction de nécessités (nécessité d'une cavité, nécessité de valves...)
- Etude empirique de l'organisation d'un cœur (dissection)
- Confrontation au modèle : validation empirique de certaines caractéristiques du modèle et identification de certaines limites (origine externe de la contraction dans la pompe mécanique, une seule cavité et non quatre comme dans le cœur)



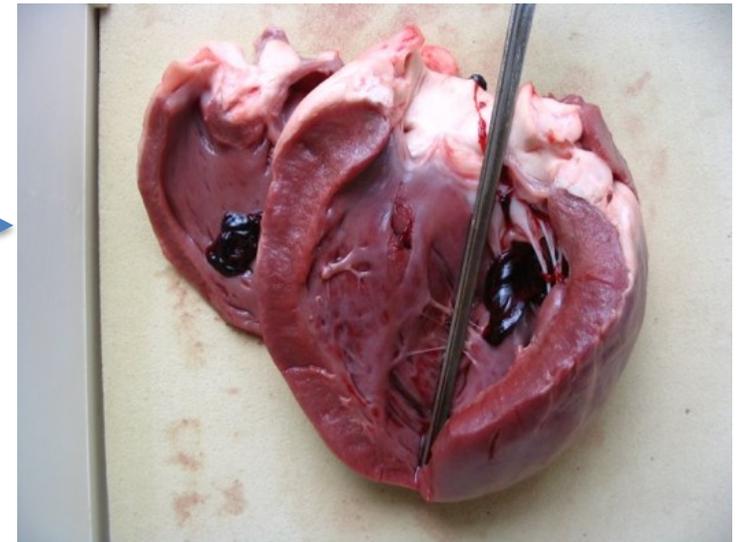
Julien Hébert (2018), Académie de Rouen  
Biologie-géologie APBG n°2

# UN BILAN SUR LA DOUBLE MODÉLISATION (ANALOGIQUE ET CONCEPTUELLE)



Modèle analogique mécaniste  
(pompe à eau manuelle)

Confrontation du modèle  
analogique aux données  
empiriques



Dissection du cœur

**Construction d'un premier modèle conceptuel de cœur, dans un registre  
théorique circulatoire mécaniste (à enrichir au lycée)**

# NE PAS TRAVAILLER SIMPLEMENT DES MODÈLES

## IMPORTANCE DE L'APPRENTISSAGE DE LA MODÉLISATION

- Apprendre des modèles scientifiques
- Mais aussi apprendre à modéliser : activité scientifique essentielle et compétence qui se transfère dans différentes situations
  - Importance du travail sur les conditions de validité / les lois d'échelles / les limites : une modélisation réfléchie
  - Contrôle de la généralisation : du tube à essai (digestion in vitro) au tube digestif, de la maquette au phénomène

# 4. La nature de la science

Dimension épistémologique

# DES ATTENTES INSTITUTIONNELLES ACTUELLES

- « La construction de savoirs et de compétences, par la mise en œuvre de démarches scientifiques et technologiques variées et la découverte de l'histoire des sciences et des technologies, introduit **la distinction entre ce qui relève de la science et de la technologie, et ce qui relève d'une opinion ou d'une croyance** » (cycle 3)
- « Identifier par l'histoire des sciences et des techniques **comment se construit un savoir scientifique** » (cycle 4)

BOEN n°48 du 24/12/2015

« Si les connaissances scientifiques à mémoriser sont raisonnables, c'est pour permettre aux enseignants de consacrer du temps à **faire comprendre ce qu'est le savoir scientifique, son mode de construction et son évolution** au cours de l'histoire des sciences (...)

L'histoire de l'élaboration d'une connaissance scientifique, celle de sa modification au cours du temps, sont des moyens utiles pour comprendre **la nature de la connaissance scientifique et son mode de construction**, avec ses avancées et éventuelles régressions » (préambule des programmes de SVT de lycée)

BOEN spécial n°9 du 30/09/2010

# SAVOIRS, OPINIONS, CROYANCES

	Collectif (C) Personnel (P)	Autorité (A) Justification rationnelle (J)
Savoirs	C	J
Croyances individuelles ou collectives (ex. religions)	P ou C	A
Opinions (personnelles ou publiques)	P ou C	A et J

D'après Lecointre (2012, 2016)

# CARACTÉRISTIQUES DE L'ACTIVITÉ SCIENTIFIQUE ET DE LA NATURE DES SAVOIRS SCIENTIFIQUES

Les scientifiques soumettent leurs explications à l'épreuve des faits (observations et expériences)

Un scientifique ne fonctionne pas isolément, mais dans une communauté scientifique

Les scientifiques étudient des problèmes différents et adoptent une diversité d'approches et de méthodes pour y répondre

L'activité scientifique est au centre de controverses scientifiques

Les idées de scientifiques ne sont pas nées dans le vide (travaux préexistants)

Il existe une relation forte entre les questions techniques et l'évolution des idées

Les scientifiques suivent des critères de cohérence interne, de simplicité et de force (explicative, prédictive, rétrodictive)

La connaissance scientifique a évolué au fil du temps (par une dialectique de continuité et ruptures) : caractère provisoire et réfutable des savoirs scientifiques

L'activité scientifique repose sur des valeurs : désintéressement, scepticisme organisé, universalisme ou 'communisme' (caractère du bien public des savoirs scientifiques)

L'activité scientifique et le contexte social, politique, économique et culturel sont en interaction

# DES MODALITÉS VARIÉES POUR TRAVAILLER LA NATURE DE LA SCIENCE

- Via les sciences participatives
  - (cf. atelier animé par Claire Marait & Gilliane Creusot)
- Via l'histoire des sciences
  - Etude de controverses historiques
  - Etude des relations sciences, techniques, société
  - Réplication d'expériences historiques
  - ...
- Via la rencontre de chercheurs, des visites de laboratoire
  - Exemple du dispositif Edifice avec l'université d'Orléans (Voisin, 2017)
- Via l'analyse d'articles scientifiques
  - Exemple : Lalevée (2014)
- Nécessité d'explicitier et formaliser les critères de scientificité
  - Abd-El-Khalick & Lederman (2000)

VIGIENATURE  
École



Enjeu fort du nouvel enseignement scientifique  
du cycle terminal de la voie générale  
(programme 2018)

# L'ÂGE DE LA TERRE

## PREMIÈRE « ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE »

### 3 - La Terre, un astre singulier

La Terre, singulière parmi un nombre gigantesque de planètes, est un objet d'étude ancien. Les évidences apparentes et les récits non scientifiques ont d'abord conduit à de premières représentations. La compréhension scientifique de sa forme, son âge et son mouvement résulte d'un long cheminement, émaillé de controverses.

#### Histoire, enjeux et débats

L'histoire de la mesure du méridien terrestre par Ératosthène (et les hypothèses d'Anaxagore).  
L'histoire de la mesure du méridien terrestre par Delambre et Méchain (détermination de la longueur du méridien reliant Dunkerque à Barcelone).

Histoire de la définition du mètre.

Quelques grandes étapes de l'étude de l'âge de la Terre : Buffon, Darwin, Kelvin, Rutherford.

Modalités de la construction d'une approche scientifique d'une question controversée pour aboutir à un résultat stabilisé.

Grandes étapes de la controverse sur l'organisation du système solaire : Ptolémée, Copernic, Galilée, Kepler, Tycho Brahe, Newton.

#### 3.2 - L'histoire de l'âge de la Terre

L'âge de la Terre est d'un ordre de grandeur sans rapport avec la vie humaine. Sa compréhension progressive met en œuvre des arguments variés.

##### Savoirs

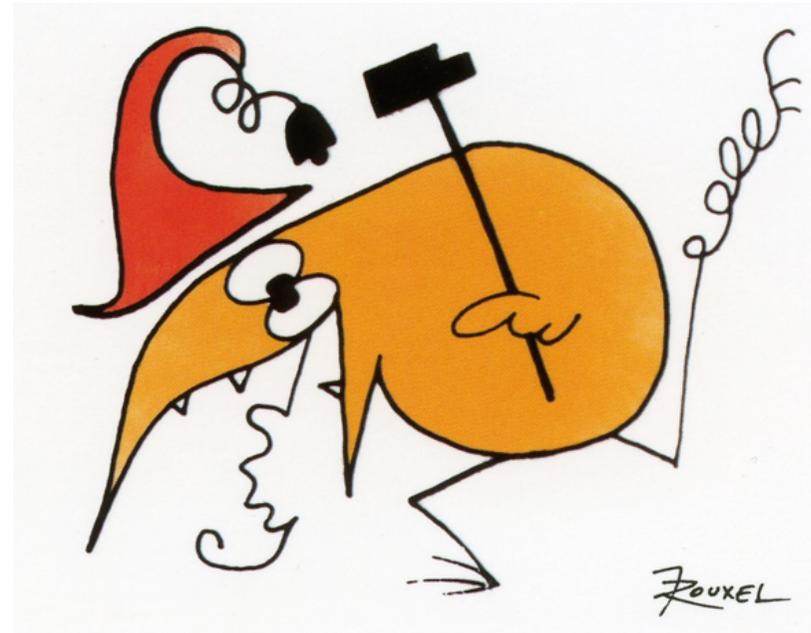
Au cours de l'histoire des sciences, plusieurs arguments ont été utilisés pour aboutir à la connaissance actuelle de l'âge de la Terre : temps de refroidissement, empilements sédimentaires, évolution biologique, radioactivité.

L'âge de la Terre aujourd'hui précisément déterminé est de  $4,57 \cdot 10^9$  ans.

##### Savoir-faire

Interpréter des documents présentant des arguments historiques utilisés pour comprendre l'âge de la Terre.  
Identifier diverses théories impliquées dans la controverse scientifique de l'âge de la Terre.

# Conclusion



# QUELQUES IDÉES FORTES

- Différentes stratégies d'enseignement visant la réussite des élèves au regard de finalités à bien définir
- Varier les stratégies d'enseignement dans l'année au service de la pluralité des objectifs de SVT
- Importance de l'explicitation du sens de l'activité et de ce qui est retenir : structuration conceptuelle
- Importance du réel en SVT et de sa modélisation
- Un travail explicite autour de la nature de la science

# DES STRATÉGIES D'ENSEIGNEMENT NON DÉVELOPPÉES AUJOURD'HUI... POURTANT IMPORTANTES

- Pédagogie de projet
- Démarche d'enquête, cartographie de controverse (controverses socio-scientifiques)
- Démarches pour les éducations transversales (santé, sexualité, DD...)
- Des modalités pédagogiques non développées
  - Importance d'une évaluation positive en adéquation avec ses objectifs et sa démarche
  - Organisation du travail collectif des élèves
  - Les modalités d'articulation du travail présentiel et distanciel pour maximiser les interactions : la classe inversée
  - La diversité des tâches : tâches simples et tâches complexes / une question d'autonomie, de prise d'initiative
  - La métacognition
  - Etc.

# QUELQUES RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). The influence of history of science courses on students' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(10), 1057-1095. [https://doi.org/10.1002/1098-2736\(200012\)37:10<1057::AID-TEA3>3.0.CO;2-C](https://doi.org/10.1002/1098-2736(200012)37:10<1057::AID-TEA3>3.0.CO;2-C)
- Coquidé, M., & Flatter, E. (2015). D'une auto-prescription à une mise en oeuvre d'investigation. Étude de cas en SVT au collège. *Recherche en Education*, 21, 34-50.
- Coquidé, M., Fortin, C., & Rumelhard, G. (2009). L'investigation : fondements et démarches, intérêts et limites. *Aster*, 49, 51-78.
- DEPP. (2016). Les élèves de 15 ans en France selon PISA 2015 en culture scientifique : des résultats stables, toujours marqués par de fortes inégalités. *Note d'information de la DEPP - MEN*, 37, 4.
- Dorey, S. (2012). *Les logiciels de visualisation moléculaire dans l'enseignement des sciences de la vie: conceptions et usages*. École normale supérieure de Cachan - ENS Cachan, Cachan. Consulté à l'adresse <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00802668>
- Gayon, J. (1993). La biologie entre loi et histoire. *Philosophie*, 38, 30-37.
- Lalevée, F. (2014). Bilan d'érosion d'un cours d'eau alpin : l'Isère à Grenoble. Quelques modalités de la construction du savoir scientifique : l'exploitation d'un article scientifique avec des élèves de terminale S. *Biologie Géologie*, 2, 115-152.
- Lecointre, G. (2016, janvier 4). Pourquoi n'enseigne-t-on pas que la Terre est plate ? Science et Opinions [Colloque AFPSVT « L'enseignement des SVT à l'épreuve du principe de laïcité »]. Consulté 29 mai 2018, à l'adresse <http://afpsvt.fr/lenseignement-des-svt-a-lepreuve-du-principe-de-laicite-2/>
- Lecointre, G. (2018). *Les sciences face aux créationnismes - Ré-expliciter le contrat méthodologique des chercheurs*. Paris: Librairie Quae.
- Léna, P. (2018). La pédagogie d'investigation et l'enquête PISA 2015. *Bulletin de l'Union des Physiciens*, 112(1000), 1-26.
- Marlot, C., & Morge, L. (2016). *L'investigation scientifique et technologique Comprendre les difficultés de mise en œuvre pour mieux les réduire* (Presses Universitaires de Rennes). Rennes.
- Maurines, L., & Beauvils, D. (2013). Teaching the Nature of Science in Physics Courses: The Contribution of Classroom Historical Inquiries. *Science & Education*, 22(6), 1443-1465. <https://doi.org/10.1007/s11191-012-9495-z>
- Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction-what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474-496. <https://doi.org/10.1002/tea.20347>
- Monod-Ansaldi, R., & Prieur, M. (2011). *Démarches d'investigation dans l'enseignement secondaire : représentations des enseignants de mathématiques, SPC, SVT et technologie*. Lyon: IFE - ENS Lyon. Consulté à l'adresse <http://ife.ens-lyon.fr/ife/ressources-et-services/ocep/dispositifs/DI/rapport-DI/>
- Orange, C., & Orange Ravachol, D. (2013). Le concept de représentation en didactique des sciences : sa nécessaire composante épistémologique et ses conséquences. *Recherches En Education*, 17, 46-61.
- Rasplus, V. (2014). *Sciences et pseudo-sciences. Regards des sciences humaines*. Paris: Editions Matériologiques.
- Résultats du PISA 2015 (Volume I) - L'excellence et l'équité dans l'éducation - fr - OCDE. (s. d.). Consulté 19 mars 2019, à l'adresse <http://www.oecd.org/fr/publications/resultats-du-pisa-2015-volume-i-9789264267534-fr.htm>
- Résultats du PISA 2015 (Volume II) - Politiques et pratiques pour des établissements performants - fr - OCDE. (s. d.). Consulté 19 mars 2019, à l'adresse <http://www.oecd.org/fr/publications/resultats-du-pisa-2015-volume-ii-9789264267558-fr.htm>
- Rojat, D. (2002). Modélisation et simulation quelques aspects des relations entre l'idée et le réel. *Dossiers de l'ingénierie éducative SCEREN (CNDP)*, 40, 18-20.
- Sanchez, E. (2008). Modélisation et simulation dans l'enseignement des sciences de la vie et de la Terre. *Les dossiers de l'ingénierie éducative. SCEREN (CNDP)*, 63-64, 84-87.
- Savaton, P. (1995). La carte géologique : représentations d'élèves de classe de première scientifique. *Aster*, 20, 139-164. <https://doi.org/10.4267/2042/8629>
- Voisin, V. (2017). *Etude d'activités d'exploration de pratiques de recherche de scientifiques dans le cadre d'un partenariat* (phdthesis). Université Paris-Saclay. Consulté à l'adresse <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01633898/document>