



Unité Mixte de Recherche - Sciences Techniques Éducation Formation

Quelles images des sciences dans l'enseignement scientifique et technologique ?

Pr. Virginie ALBE
Ecole Normale Supérieure de Cachan
(UniverSud Paris)

La « nature de la science » (NOS)

**Les intérêts et l'engagement des jeunes
avec/en STEM**

**Courants alternatifs pour un apprentissage
sur les sciences**



stef

La « nature de la science » (NOS)



Images stéréotypées des sciences et des scientifiques

- ✓ science activité élitiste, hors de portée des gens ordinaires
- ✓ scientifiques individus exceptionnellement intelligents et travailleurs, dans le but d'une amélioration de la vie en général :

motivés par la curiosité, le "besoin de trouver la nature des choses", le désir de "rendre le monde meilleur", loin devant "gagner un bon salaire" ou "devenir célèbre" (Aikenhead et al., 1987).

En termes de qualités personnelles, scientifiques perçus comme honnêtes, de confiance, objectifs, logiques, méthodiques, analytiques et ouverts d'esprit (Ryan, 1987).

Respectés pour leurs capacités cognitives, scientifiques décrits en termes peu flatteurs en termes de personnalités, habiletés sociales et normes morales-éthiques (Ward, 1986; Andre et al. 1999; Song & Kim, 1999; Carlone, 2004).

Images stéréotypées des scientifiques

questions sociales : des filles (Miller et al., 2006)
étudiants "scientifiques potentiels" (Costa, 1995)
étudiants futurs enseignants : situation inversée
(Rosenthal, 1993)

"scénarios catastrophe" (Reis & Galvao, 2007) :

- scientifique héros et sauveur de la société,
- dangereux, impitoyable travaillant sur des projets secrets et controversés,
- incapable de contrôler le résultat de son travail

Résistent souvent au changement.

S'affaiblissent pour des étudiants plus âgés, en lien avec des interventions éducatives focalisées sur le genre, l'ethnie et les handicaps (Flick, 1990; Bodzin & Gehringer, 2001; Bohrmann & Akerson, 2001; Sharkawy, 2006).

Modalités d'élaboration des savoirs (Carey & Smith, 1993)

- ✓ niveau 1 : une collection de faits vrais sur le monde, acquis de façon non problématique à partir d'observations et d'expériences
- ✓ niveau 2 : une collection d'idées testées. Des notions d'explication et d'hypothèses (pilotées par les données et pas par les théories)
- ✓ niveau 3 : des cadres explicatifs cohérents et testés. Les théories sont intrinsèquement conjecturelles.

Aucun étudiant dans le secondaire et dans les premières années universitaires en sciences au niveau 3.

Pour les plus jeunes, science un processus inductif via observation prolongée, rigoureuse et systématique.

Pour les plus âgés, l'observation seul support légitime pour une théorie. Science réduite au laboratoire.

Etudiants post-secondaire

- 1^{ere} année en science : points de vue peu sophistiqués sur les natures théorique et contingente des sciences (Liu & Tsai, 2008)
- Niveau M : une preuve indubitable peut être obtenue par collecte de données empiriques appropriées (Ryder et al., 1999).
- Futurs enseignants : savoirs scientifiques objectifs et universels.



Scientifiques

- Cohérence empirique des données et des conclusions, besoin de considérer toutes les données et nécessité que l'argument ne comporte pas d'incohérence logique
- Élèves (gr. 8) : propre compréhension théorique initiale, estiment si les conclusions correspondent avec leurs propres inférences des données (Hogan & Maglienti, 2001)
- Face à des données « anomalies » :
étudiants (M) indication claire de leur incompétence technique
élèves de lycée : « obtenir la mauvaise réponse » (Samarapungavan et al., 2006)
Scientifiques moins expérimentés plus enclins à maintenir l'hypothèse et à rejeter les données / plus expérimentés : se débarrasser des données valables qui confirment leur hypothèse (Dunbar, 1995)

NOS et apprentissages

- ✓ Science – observation → apprentissage scientifique – mémorisation de faits
- ✓ Science – procédé continu de développement de concepts → apprentissage scientifique : apprentissage conceptuel
- ✓ Expériences éducatives qui provoquent des changements :

Enseignement constructiviste / approche traditionnelle (grade 6 Smith et al., 2000; grades 1 et 3 Tucker-Raymond et al., 2007)

Dernière année d'université : projet de fin d'études en laboratoire (Ryder et al., 1999)

- Distanciation : enquête réalisée par des scientifiques individuels cherchant des données fiables sur lesquelles baser leurs conclusions, essentiellement via expérience
- Dimensions sociales des pratiques scientifiques



Images stéréotypées des sciences et des scientifiques

- ✓ Idées robustes et résistantes
- ✓ Elèves, étudiants, enseignants continuent d'envisager les sciences comme opérant dans un vide social
 - quelques « influences » extérieures :
 - financement des recherches
 - bien public
 - amélioration qualité de la vie
- ✓ Compréhension rudimentaire des façons dont les contextes socioculturels déterminent le type de science développée et façonnent les manières de faire science
- ✓ Consciemment ou inconsciemment véhiculées par les curriculum scientifiques (Hodson, 1998) et les manuels d'enseignement (Mc Comas, 1998)



Images des sciences ?

- ✓ Cocktail à saveur scientifique de réalisme naïf, bienheureux empiricisme, expérimentation crédule, rationalisme excessif et idéalisme aveugle (Nadeau & Désautels, 1984)
- ✓ Les changements curriculaires modifient la compréhension NOS des élèves
- ✓ Quelles potentialités de changement des points de vue des étudiants avec interventions judicieuses ?
- ✓ Dans quelle mesure les points de vue des étudiants sont une conséquence des points de vue d'enseignants transmis implicitement ou explicitement via le curriculum ?
- ✓ Pratiques d'enseignement des scientifiques ?



stef

Les intérêts et l'engagement des jeunes avec/en STEM





Science Technology Engineering Mathematics

- Un problème depuis les 90's :
 - European Round Table Of Industrialists, 2009;
 - IMF, 2010;
 - OCDE, 2008, 2010
- Rapports nationaux sur baisse d'inscriptions variable selon disciplines :
 - sciences de la santé & du vivant
 - TIC
 - sciences de l'ingénieur / physique, maths, chimie
- Etudes comparatives internationales :
 - PISA
 - ROSE-IRIS

Intérêts des jeunes pour les sciences

- Curriculum scientifique scolaire rejoint peu les intérêts des jeunes pour les sciences :
 - astronomie
 - relativité/MQ vs. électricité, frottement (Angell et al., 2004)
 - phénomènes de la vie quotidienne
 - participation active (Stokking, 2000)
- contenu / usages vie personnelle et sociale :
 - explosions, technologie
 - soins corps & animaux, rêves, arc en ciel, paranormal (ROSE, 2006)



Intérêts des jeunes pour les études scientifiques

- Attentes de passion et plaisir dans les études
- Réputation de difficulté (physique) et travail intensif
- Anxiété (faible perception de succès pour les filles)
- Plus d'options pour le futur
- Raisons « existentielles individualistes » dans les choix d'études : développement personnel, implication forte (Simonsen & Ulriksen, 1998), utilité pour larges opportunités de carrière (« gate keeping » function)
réussite matérielle / réalisation personnelle
- Identité :
pairs en sciences moins séduisants, créatifs, socialement compétents, plus intelligents et motivés / pairs en langues, économie (Hannover & Kessels, 2004; Taconis & Kessels, 2009)

Intérêts des jeunes pour les métiers scientifiques

- Identité : impossible de s'envisager scientifiques (Lyons & Quinn, 2010)
- Indépendance, flexibilité, communication et créativité : mots-clés dans les attentes de carrière
- Professions scientifiques moins créatives et orientées sur des sujets humains (Masnick et al., 2010)



Engagement des jeunes en sciences

- Un retour du modèle de déficit ?
 - Déficit de connaissances
 - Déficit d'engagement
- « Public understanding of science »
- Rapports chercheurs–publics sur les questions vives des orientations et des pratiques de recherche
- Modèles de « participation des non–spécialistes aux débats scientifiques et techniques » (Callon, 1998) :
 - l'instruction publique
 - débat public
 - co–production des savoirs



stef

Reconfiguration du curriculum scientifique et tendances dans les recherches en éducation



Renouvellement épistémologique

- Mouvements d'éducation aux sciences (70's)
- Réaction à une vision positiviste des sciences et de l'enseignement scientifique
 - ✓ STS
 - ✓ Culture scientifique et technique pour tous (« scientific and technological literacy »)
 - ✓ Controverses socioscientifiques
- Une perspective de démocratisation des technosciences pour tous
 - Permettre aux citoyens de comprendre et de participer aux débats de nos sociétés modernes sur des problèmes socioscientifiques



De l'apprentissage *des sciences* ...

- ✓ Une centration sur les contenus (ce que nous savons) plutôt que sur les processus de connaissance (comment nous savons) laisse trop souvent les étudiants seulement capables de justifier leur opinion en référence à l'autorité de l'enseignant ou du manuel (Hodson, 2009, p. 19)
- ✓ Un focus permanent sur une approche d'« explications correctes » encourage et renforce le « sens d'accompagnement » des savoirs scientifiques pour lesquels tout le monde s'accorde, s'il/elle observe la nature (Ostman, 1998, p. 57).
- ✓ « science is much more than its products: *what* science says about the world is only part of the story. » (Hodson, 2009, p. 19).



... à l'apprentissage *sur* les sciences

- ✓ Pas possible de fournir toutes les connaissances scientifiques dont les étudiants auront besoin dans leur avenir, (et cette connaissance n'est pas complètement disponible),
- ✓ Savoirs sur les savoirs, capacités et attitudes essentielles pour étudier des rapports scientifiques, évaluer des arguments scientifiques et se former une opinion personnelle sur des questions avec une dimension scientifique et technologique



Évolution profonde des curricula scientifiques

- Résultats de recherches
- Débats internationaux sur les finalités de l'éducation scientifique, la nature de la culture scientifique et technologique
- Rapports sur l'éducation scientifique (AAAS, UNESCO)
- Préoccupations de scientifiques, environnementalistes et ingénieurs sur
 - un faible niveau de compréhension des sciences dans la population générale
 - une crise de confiance du « public » dans les sciences

Education scientifique orientée vers **l'étude des pratiques scientifiques** plutôt que sur l'acquisition de contenus et la compréhension de "la méthode scientifique"

Culture scientifique et technique pour tous

- **Économiques**

Sciences et technologies comme préparation à un emploi et augmentation des opportunités d'embauche (visée d'insertion professionnelle)

Augmenter le nombre de scientifiques, l'effort de soutien à la recherche

- **Utilitaires**

Dans des sociétés technoscientifiques, citoyens mieux en mesure d'affronter les problèmes s'ils ont une base de connaissances scientifiques et techniques

- **Démocratiques**

Participer significativement aux décisions que les sociétés doivent prendre à l'égard de problèmes socioscientifiques et sociotechniques toujours plus complexes

Développer une citoyenneté plus responsable

- **Culturels**

Les sciences, entreprise culturelle et sociale comme l'art, la musique et la littérature

Confiance dans les sciences et les scientifiques, normes et valeurs des sciences

Culture scientifique et technique pour tous

Considérer l'éducation scientifique en fonction d'un projet de société / de contenus des disciplines scientifiques ?

Ligne de partage entre deux visions de la culture scientifique :

- Savoirs scolaires en référence à la science savante, considérés sans implication en société
- Savoirs scolaires en référence à l'implication en société

Engagement social :

communiquer sur des thèmes scientifiques

fonctionner minimalement en société (consommateurs des sciences et des produits des sciences et citoyens)

apporter un plus grand soutien aux sciences elles-mêmes (financement public, participation au secteur économique de la production technoscientifique industrielle)

activités politiques, processus de décisions collectives ou de changement social



Culture scientifique et technique pour tous

Fournir des « prêt-à-l'emploi » ?

Favoriser l'engagement du « public » en science ?

la responsabilité sociale ? (de tous, des scientifiques)

la pratique de la démocratie ? (éducation à l'action socio-politique)

Une culture scientifique et technique critique

Choisir des situations :

où la science peut légitimement être vue comme pouvant jouer un rôle dans d'autres affaires humaines (Roberts, 2007, p. 729)

avec une dimension scientifique que les étudiants peuvent rencontrer en tant que citoyens



Crise de confiance

UK House of Lords Select Committee on Science and Technology 2000, p. 11 :

"Society's relationship with science is in a critical phase ... On the one hand, there has never been a time when the issues involving science were more exciting, the public more interested, or the opportunities more apparent. On the other hand, public confidence in scientific advice to Government has been rocked by a series of events, culminating the BSE fiasco, and many people are deeply uneasy about the huge opportunities presented by areas of science including biotechnology and information technology, which seem to be advancing far ahead their awareness and assent; in turn, public unease, mistrust and occasional outright hostility are breeding a climate of deep anxiety among scientists themselves."



Évolution vers ...

- ✓ considérations sur la nature de la science
- ✓ raisonnement par modélisation
- ✓ apprentissage par investigation
- ✓ argumentation scientifique
- ✓ expériences d'apprentissage par usage de pratiques langagières (lecture, écriture, expression orale) pour favoriser l'acquisition et le développement conceptuel



Évolution profonde des curricula scientifiques

US National Research Council (Duschl et al., 2007, p. 334) :

"students who understand science :

- (a) know, use and interpret scientific explanations of the natural world;*
- (b) generate and evaluate scientific evidence and explanations;*
- (c) understand the nature and development of scientific knowledge;*
- (d) participate productively in scientific practices and discourse".*



Les sciences ?

- Des pratiques sociales situées, complexes, mobilisant des matériels, des techniques, des méthodologies, des stratégies rhétoriques, des réseaux relationnels particuliers par lesquelles des communautés structurent les savoirs qui les intéressent
- Pratiques scientifiques inscrites dans des systèmes plus larges (technologiques ou productifs)
- Critères de validation varient selon les contextes
- Variété et contingence locale des pratiques de sciences
 - ✓ Les connaissances dépendent des contextes socio-historiques de leur production et contribuent à façonner des ordres sociaux
 - ✓ Le complexe (techno)scientifique et le corps social se (re)définissent et se (re)construisent simultanément (Pestre, 1995)



Changement de regard

- Recherches et pratiques en éducation scientifique
 - ✓ Inscription sociale de la production des savoirs
 - ✓ Perspective constructiviste et critique de l'éducation
 - ✓ Responsabilité dans la production des savoirs
- ✓ Reconfigurations curriculaires
- ✓ Mutations profondes des modes d'élaboration des (techno)sciences, des relations sciences-sociétés et changements sociaux actuels
- ✓ « Pratiques de sciences »



Reconfigurations curriculaires

Un curriculum scientifique pour outiller tous les élèves à (Hodson, 2009, p. 21) :

- se confronter et résoudre des problèmes de la vie quotidienne qui ont une dimension scientifique et/ou technique
- Comprendre le sens, la valeur et la pertinence des développements scientifiques et technologiques
- Explorer des questions socioscientifiques et sociotechniques dans des contextes locaux, régionaux, globaux, prendre une position personnelle et s'engager dans des actions adaptées

Représentations authentiques des sciences

Politisation des étudiants (Hodson, 2008, p. 182)



Finalités renouvelées de l'éducation scientifique

- Apprendre des sciences et des technologies (Hodson, 2009, p. 15)
Acquérir et développer des connaissances conceptuelles et théoriques, apprendre à devenir familier avec une gamme de technologies
- Apprendre sur les sciences et les technologies
Développer une compréhension de la nature, des méthodes et du langage des sciences et des technologies, de l'histoire et du développement des S & T, une conscience des interactions complexes STSE et une sensibilité aux implications personnelles, sociales, économiques, environnementales, morales-éthiques des S & T



Finalités renouvelées de l'éducation scientifique

- Faire des sciences et des technologies
s'engager et développer une expertise dans l'investigation scientifique et la résolution de problèmes; développer confiance et compétence dans la confrontation à une large gamme de tâches et problèmes techniques du « monde authentique »
- S'engager dans l'action sociopolitique
Acquérir (via participation guidée) la capacité de poser des actions pertinentes, responsables et effectives pour des questions de S&T d'intérêt social, économique, environnemental, moral-éthique, et la volonté de jouer un rôle et prendre des responsabilités dans l'élaboration des politiques publiques en matière de développements scientifiques et technologiques aux niveaux local, régional, national et/ou global.



Ce diaporama est mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons Paternité-Pas d'Utilisation Commerciale-Pas de Modification 2.0 France

Paternité. Vous devez citer le nom de l'auteur original de la manière indiquée par l'auteur de l'œuvre ou le titulaire des droits qui vous confère cette autorisation (mais pas d'une manière qui suggérerait qu'ils vous soutiennent ou approuvent votre utilisation de l'œuvre).

Pas d'utilisation commerciale. Vous n'avez pas le droit d'utiliser cette création à des fins commerciales.

Pas de modification. Vous n'avez pas le droit de modifier, de transformer ou d'adapter cette création (en dehors des nécessités de la citation)