

Relations science - technologie dans les manuels scolaires de génie mécanique en Grèce

KONSTANTINOS GRIVOPOULOS¹, MARIA METHENITI², LEONIDAS GOMATOS³

¹Lycée Général de Neochorion
Aitolie et Akarnanie
Grèce
kgrivop@upatras.gr

²Ingénieur Mécanicien, diplômée
de l'Université de Patras
Grèce
methenitim@gmail.com

³École Supérieure d'Enseignement Pédagogique et Technologique ASPETE
Patras
Grèce
gomatos@otenet.gr

ABSTRACT

In this research work are approached the relations between science and technology as they emerge from the textbooks of mechanical engineering of the Vocational High School in Greece. The analysis was carried out in the light of theoretical approaches such as didactic transposition, social and professional representations, as well as didactic teaching approach based on socio-scientific questions. The main results show that the linear model, according to which technology is only an applied science as well as the socio-economic model that governs the science - technology - society relationship are the most prevalent in the textbooks analyzed. On the contrary, the occurrences of the interactive model are weak.

KEYWORDS

Science - technology relations, technological education, social reference practices, social and professional representations

RÉSUMÉ

Dans ce travail de recherche sont approchés les rapports entre la science et la technologie tels qu'ils émergent des manuels scolaires de génie mécanique du Lycée Professionnel en Grèce. L'analyse d'un certain nombre de manuels a été effectuée à la lumière des approches théoriques soit, la transposition didactique, les représentations sociales et professionnelles, ainsi que l'approche didactique d'enseignement basée sur les questions socio-scientifiques. Les principaux résultats montrent que le modèle linéaire, selon lequel la technologie n'est qu'une science appliquée, ainsi que le modèle socio-économique qui régit le rapport science - technologie -

société sont les plus véhiculés dans les manuels analysés. Par contre, les occurrences du modèle interactif sont faibles.

MOTS-CLÉS

Relations science - technologie, éducation technologique, pratiques sociales de référence, représentations sociales et professionnelles

PROBLÉMATIQUE

Traditionnellement, la technique et la science (qui apparut ultérieurement) étaient considérées comme deux activités distinctes : fabriquer des objets ne nécessite forcément pas un travail de théorisation intellectuel basé sur la connaissance des lois scientifiques. Les processus de la genèse et de la concrétisation des objets techniques ont occupé la pensée de Gilbert Simondon (cité par Château, 2010), pour qui la science jouait peu de rôle à l'époque artisanale, tandis qu'à l'époque industrielle son impact devient important. Dès les débuts du 19^e siècle, le socle des connaissances scientifiques acquises permet d'améliorer la technologie, qui est conçue comme science appliquée. Enfin, dans la deuxième moitié du 20^e siècle, une interaction croissante entre science et technologie s'est mise en place.

À propos de la terminologie utilisée dans ce texte, la science est entendue comme une entreprise de recherche qui vise la connaissance. Elle cherche à décrire, à expliquer et à prédire les phénomènes en identifiant les liens de cause à effet qui les unissent. La technologie est une activité de fabrication et de transformation consistant à manipuler une matière pour produire un objet matériel, un artefact, ou à inventer une procédure, technique, action etc. pour résoudre des problèmes. Pour ainsi emprunter à Ladrière (1977, p. 18), qui maintient la distinction entre la science et la technologie, la première « est un système particulier de représentation », alors que la seconde « un système particulier d'action ».

Un programme d'éducation technologique doit sensibiliser les élèves sur les évolutions scientifiques et technologiques qui affectent profondément nos sociétés, aussi bien sur le plan social, que politique, éthique, économique ou culturel. Dans cette approche, nous nous intéressons à l'épistémologie des relations science - technologie, telles qu'elles émergent de manuels scolaires de génie mécanique, utilisés aujourd'hui à l'EPAL (en grec, ΕΠΑ.Λ. = Επαγγελματικό Λύκειο = Lycée Professionnel), en Grèce.

Le cadre théorique est articulé, d'une part, sur les notions complémentaires de transposition didactique (Chevallard, 2002, 2011) et de pratiques sociales de référence (Martinand, 1981) et d'autre part, sur la notion de représentations sociales et professionnelles (Bouyssières & Trinquier, 2011). Effectivement, les auteurs des manuels mettent en place un processus de transformation des contenus de la discipline de la Technologie en matière scolaire tout en sachant que le terme « technique » s'applique à un certain nombre de types de réalité, comme les instruments, les machines, les réseaux, les systèmes technoéconomiques ou géoéconomiques etc. (Château, 2010). Parallèlement, en tant que membres de la communauté des ingénieurs, ils construisent des représentations professionnelles à propos des relations science – technologie, qui régissent leur fonction d'auteur. Enfin, l'approche didactique d'enseignement basée sur les questions socio-scientifiques (Legardez & Simonneaux, 2006) est également prise en compte.

Objectif et questions de recherche

Les questions posées dans cette recherche peuvent être exprimées comme suit :

- (a) Comment constituer une typologie de relations épistémologiques entre la science et la technologie, à partir d'une recherche bibliographique ?
- (b) Comment se positionnent les auteurs de manuels de génie mécanique, en vigueur à l'EPAL en Grèce, face à cette typologie ?

L'objectif de recherche consiste en la connaissance de la typologie actuelle des relations science - technologie, véhiculées par l'enseignement technologique, en Grèce.

MÉTHODOLOGIE

Il s'agit d'une recherche éducative à finalité comparative synchronique dans l'objectif de répartir les représentations d'auteurs de manuels scolaires de génie mécanique à propos d'une catégorisation de relations science – technologie (Antonelakis & Papageorgiou, 2011; Antoniadis & Pantazopoulos, 2011; Balaras, Bimbis & Theofylaktos, 2012; Diakoumakos, Ioannidou, Pantazis & Papadakis, 2013; Doulgeris, Zaragoulis & Koutsoukos, 2011; Doumos, Efthimiou & Kotzabassis, 2013; Glossas, 2011; Gomatos & Lytras, 2012; Karapanos, Kotsilieris & Kountouras, 2011; Karelis, Triantafyllos & Greskos, 2012; Kargas, 2011; Karvelis, Balntoukas & Draskagianni, 2013; Konstantinidis & Plessas, 2011; Rozakos, Spyridonos & Papageorgiou, 2017; Theofylaktos & Krepias, 2012). Tout d'abord, nous avons établi une typologie de ces rapports, afin d'y classer un certain nombre d'extraits issus des manuels retenus. La méthode mise en œuvre est l'analyse de contenu (Bardin, 1977), d'après laquelle nous avons considéré quatre catégories thématiques ou modèles épistémologiques de liens science - technologie :

- (a) Modèle linéaire, selon lequel la technologie n'est que la science appliquée. Les scientifiques produisent des connaissances et les technologues doivent concevoir des dispositifs et des techniques s'appuyant sur celles-ci pour résoudre des problèmes pratiques. Cet arsenal de démarches et dispositifs constitue la rationalité technique (Combarous, 1982) qui est censé caractériser les ingénieurs, mais pas forcément les scientifiques.
- (b) Modèle interactif, qui rend compte de l'impact de la technologie sur les avancées de la science et inversement. La technologie offre les moyens pour confirmer ou infirmer une hypothèse scientifique et, plus généralement, pour élaborer une théorie, comme la vérification de la discontinuité de la matière ou l'abandon du géocentrisme, respectivement.
- (c) Modèle socio-économique et culturel, centré sur l'action diachronique de transformations considérables aux plans culturel, sociologique, économique, environnemental etc., causées par la technologie, telles le travail à la chaîne, les lois du marché, les modes de consommation, la surexploitation des ressources, la gestion des déchets etc. À titre illustratif, l'invention de la machine à vapeur a déclenché, au XIX^e siècle, la révolution industrielle et a métamorphosé les sociétés jusqu'alors agricoles et artisanales. Souvent autonomisée de la science, la technologie se sert de l'industrie dans l'invention de pseudo-besoins, comme les jeux électroniques de poche, malgré les critiques issues des sciences humaines. Par ailleurs, la technologie est à l'origine d'innombrables scandales sanitaires, écologiques etc., comme la maladie de la vache folle.

- (d) Modèle de mythification, qui témoigne d'un « enthousiasme technologique » de la part des auteurs et d'autres personnes passionnées qui va jusqu'à la "déification" des biens technologiques, voire au "messianisme" technologique. Ce modèle exige de la science des avancées spectaculaires afin que la technologie de pointe (cf. nanotechnologie, biotechnologie...) affecte le rapport homme - machine et puisse fabriquer des produits et développer des procédés promettant même le dépassement de la condition humaine (par exemple, stopper le vieillissement).

Les deux premiers modèles sont proposés par Layton (1993, cité par Gomatos, 2012). Le troisième modèle tire son origine des travaux de Fourez (1996) et, en raison de son rapport aux questions socio-scientifiques, est rendu un modèle récurrent dans les recherches. Enfin, au cœur du dernier modèle se trouve l'ancienne conception de l'homme souverain absolu sur la Nature, exprimée depuis le XVII^e siècle par Descartes et poussée à son paroxysme à l'ère du paradigme techno-informatique (Mattelart, 2018).

Échantillon de recherche

Parmi les manuels du secteur de génie mécanique de l'EPAL en Grèce, nous en avons analysé quatorze qui sont utilisés dans cinq spécialités de ce secteur et répartis entre les classes de la première et de la terminale de ce type d'établissement. Plus exactement, cinq manuels s'adressent aux élèves de la première, sept à ceux de la terminale et deux sont utilisés pour deux années consécutives (première et terminale). Tous ces manuels se réfèrent à des matières différentes et leur ensemble est consultable, en version numérisée, sur le site «*ψηφιακό σχολείο*» (<http://dschool.edu.gr/>) administré par le Ministère de l'éducation nationale de Grèce. Il est à noter qu'en Grèce il y a la tradition du « manuel unique » pour tous les élèves dont la rédaction et la production sont sous la responsabilité du Ministère de l'éducation.

Comme unité textuelle de l'analyse de contenu est considéré tout extrait des manuels qui décrit une idée, une attitude, une représentation des auteurs par rapport à la nature des relations science - technologie. Très souvent, l'introduction des manuels (avant propos) constitue le lieu privilégié du positionnement des auteurs (Gomatos, 2009).

Pour apercevoir la fonction opérationnelle de la grille des quatre modèles, nous illustrons avec des citations adéquates :

- (a) Dans le manuel « Alimentation en eau - Drainage » (Kargas, 2011) de la classe de terminale de l'EPAL est marqué que « le fonctionnement de la valve de sécurité est basé sur la loi de Bernoulli » (p. 141). Cette notice renvoie au premier modèle de la liste précédente.
- (b) Un autre manuel de la seconde, intitulé « Introduction au génie mécanique » (Antonelakis & Papageorgiou, 2011) relate l'extrait suivant :

« Dès les débuts de cette technologie a été posée la question du calcul du travail maximum qui correspond à une quantité de carburant donnée. [...] En d'autres termes, se pose le problème de l'exploitation optimale de l'énergie thermique. Grâce à ce questionnement, une nouvelle science a été développée, la thermodynamique » (p. 165).

Nous rencontrons ici l'idée de l'avancée de la science pure par le motif de la technologie, à savoir le modèle interactif.

- (c) Le dernier exemple est tiré du manuel « Génie électrique - Automates » (Diakoumakos, Ioannidou, Pantazis & Papadakis, 2013) de la terminale :

« Les automates répondent à des besoins humains de base. Plus exactement, ils sont utilisés pour

- réaliser des tâches dangereuses pour l'humain ;
- améliorer la productivité et la qualité des produits ;
- adapter les démarches de production pour l'optimisation des produits ;
- assurer le niveau de sécurité du personnel ;
- économiser de l'énergie ;
- diminuer le cout de travail (p. 12) ».

Bien évidemment, cet extrait relève du modèle socio-économique. Enfin, il est à noter qu'il n'y a aucune allusion au modèle de mythification, parmi les manuels considérés.

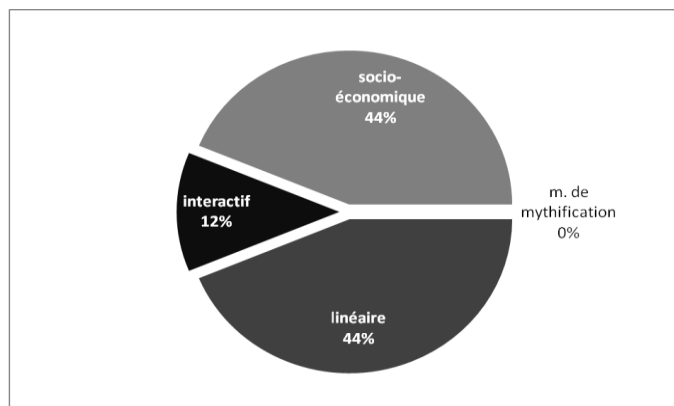
RÉSULTATS

Dans l'ensemble des manuels nous avons repéré 32 extraits qui témoignent du positionnement des auteurs. La répartition de ces extraits aux modèles considérés figure dans le tableau suivant :

TABLEAU 1
Fréquence absolue des récurrences par modèle

	Modèle	Effectif	Niveau d'enseignement
1	Modèle linéaire	14	première, terminale (tous les manuels)
2	Modèle interactif	04	2 en première, 2 en terminale
3	Modèle socio-économique	14	première, terminale (tous les manuels)
4	Modèle de mythification	0	–
	Récurrences	32	

FIGURE 1



Comparaison des pourcentages obtenus parmi les quatre modèles

DISCUSSION

D'abord, le modèle linéaire, le plus courant, est omniprésent dans l'ensemble presque des manuels analysés et y revient de manière récurrente. En 1945, Bush (cité par Doray, 2015, p. 229) lui contribue l'appellation « modèle de chaîne » reliant la science et la nouveauté technologique. Historiquement parlant, ce modèle est apparu vers la fin du 18^e siècle, avec l'avènement de la révolution industrielle et la fondation de l'École Polytechnique à Paris. Ensuite, il a été adopté par l'Institut Technologique de Massachussetts des États-Unis. Même si cette conception est largement répandue dans l'histoire, la technologie précède la science (Glossas, 2011) en ce sens que l'homme fabrique des instruments et découvre des techniques afin de survivre, avant même l'étude systématique et abstraite de son environnement sous la « loupe » de la science. Par exemple, l'invention de la roue se situe aux alentours de 3.500 avant J. C., tandis que la science de la mécanique est beaucoup plus récente.

Ensuite, les récurrences associées au modèle interactif sont très faibles, un constat qui nécessite un travail de modernisation des manuels à faire. Certains rares auteurs illustrent les traits de cette relation amphilatérale avec quelques cas emblématiques. Dans le manuel « Technologie d'usinage II », est marqué que le développement de la métallurgie, déclenché pour les besoins de base de l'homme (cache, habitat etc.), a amené à l'instauration de la science de la Chimie. Toutefois, ce progrès n'était pas anodin pour l'esprit scientifique qui aurait dû affronter des obstacles épistémologiques graves, tel l'Alchimie (Bachelard, 1938/2004). Une nouvelle technologie peut également provoquer des problèmes, non pas spirituels, mais de santé : le manuel « Climatisation I » souligne que le confort thermique qu'offrent les appareils d'air-conditionné n'est pas sans coût. Plus exactement, le gaz utilisé (fréon) semble avoir un impact catastrophique sur la couche d'ozone de l'atmosphère. Or, le défi technologique d'améliorer le fonctionnement de ces appareils a conduit à la Chimie Verte. D'après le modèle interactif, l'utilisation des équipements et matériels performants est incontournable. Le terme « technoscience » renvoie à l'idée que science et technologie sont dépendantes, complètement assimilables. Il évoque le « mouvement moderne et actuel de scientification de la technique et technologisation de la science », a pu dire Château (2010, p. 23) et, selon Bensaude-Vincent (2004, citée par Grivopoulos, 2013), un double processus semble s'y discerner, qui consiste d'une part, en l'artificialisation de la nature (reconceptualisation du rapport conventionnel humain / machine) et d'autre part, en la naturalisation de la technique (imitation des procédés et des mécanismes naturels - paradigme biomimétique). À l'heure actuelle, ce processus se manifeste, par exemple, par le parallèle entre les OGM (organismes génétiquement modifiés, *via* les biotechnologies) et les OAM (organismes atomiquement modifiés *via* les nanotechnologies).

Enfin, les relations science - technologie, conditionnées par le troisième modèle, passent nécessairement par les sociétés, pour que la schématisation aboutisse à un triangle dont science, technologie et société occupent les sommets. Les impacts de la technoscience sur la société sont multiples, positifs et négatifs. Entre les premiers, on peut évoquer les conditions de vie (notamment dans le monde occidental) avec les technologies de transfert, de communication etc., la guérison de maladies et l'augmentation de l'espérance de vie, les systèmes éducatifs, la réduction de la pauvreté et la croissance économique etc. Parmi les seconds, appartiennent bien sûr les scandales alimentaires, les catastrophes environnementales, la menace nucléaire, biogénétique et nanotechnologique, la réduction des libertés et de la démocratie. D'après les principaux résultats de l'Eurobaromètre de 2010, les européens se considèrent généralement bien informés et intéressés par la science et les développements technologiques. Ils pensent que l'impact des avancées scientifiques et technologiques sur la société augmente. Le niveau d'optimisme à l'égard de la science et de la technologie n'est pas élevé et certains sont persuadés que ces activités humaines « ne peuvent pas résoudre tous les problèmes du monde entier ». Nous

constatons un certain basculement général vers le scepticisme par rapport à l'étude [précédente, *i.e.* Eurobaromètre 2005] (p. 163). Dans le même sens et par comparaison au rapport de 2005, on constate « l'adoption d'une position plus critique sur les aspects éthiques de la science et du développement technologique » (p. 65).

Pour récapituler, le modèle interactif n'est suffisamment pas développé dans les manuels actuels du secteur de génie mécanique à l'EPAL et peut-être ailleurs. Un travail de modernisation est indispensable, pensons-nous.

CONCLUSION

L'étude des relations épistémologiques entre la science et la technologie dans les manuels scolaires de génie mécanique au Lycée Professionnel en Grèce a révélé la prédominance des modèles linéaire et socioéconomique. Le premier relie la science et la technologie, vue comme une science appliquée. Le second met l'accent aux applications et innovations technologiques en tant que levier de croissance économique et sociale. La conception la plus moderne, ou modèle interactif, reste très peu développée. Ce constat nécessite une reconsidération des manuels qui datent depuis les débuts des années 2000, tandis que la technologie, mais aussi la didactique de cette discipline, connaissent dès lors d'importantes avancées.

RÉFÉRENCES

- Antonelakis, I. M., & Papageorgiou, P. (2011). *Introduction au génie mécanique*. Athènes: ITYE Diophantos. [en grec].
- Antoniadis, A., & Pantazopoulos, G. (2011). *Technologie d'usinage II: Les procédés de formage*. Athènes: ITYE Diophantos. [en grec].
- Bachelard, G. (1938/2004). *La formation de l'esprit scientifique*. Paris: Vrin.
- Balaras, K, Bimbis, P., & Theofylaktos, K. (2012). *Installations de climatisation I*. Athènes: ITYE Diophantos. [en grec].
- Bardin, L. (1977). *L'analyse de contenu*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Bouyssières, P., & Trinquier, M. P. (2011). Trainers of adults: Professional representations and training knowledge. In M. Chaïb, B. Danermark & S. Selander (Dirs.), *Education, professionalization and social representations* (pp. 147-157). New York, USA: Routledge.
- Château, J. Y. (2010). Genèse et concrétisation des objets techniques dans « Du mode d'existence des objets techniques » de Gilbert Simondon. *Philopsis*, 1-36. Retrieved from http://www.philopsis.fr/IMG/pdf_Technique-Simondon-Chateau.pdf.
- Chevallard, Y. (2002). *Approche anthropologique du rapport au savoir et didactique des mathématiques*. Retrieved from http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/article.php3?id_article=62.
- Chevallard, Y. (2011). *Les problématiques de la recherche en didactique à la lumière de la TAD*. Retrieved from http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/article.php3?id_article=208.
- Combarrous, M. (1982). La culture face à la technique. *Culture Technique*, 7, 227-241.

- Diakoumakos, K., Ioannidou, M., Pantazis, N., & Papadakis, I. (2013). *Génie Électrique – Automation*. Athènes: ITYE Diophantos. [en grec].
- Doray, P. (2015). Technologie. Dans F. Bouchard, P. Doray & J. Prud'homme (Dirs.), *Sciences, technologies et sociétés de A à Z* (pp. 228-232). Montréal : Presses de l'Université de Montréal.
- Doulgeris, G., Zaragoulias, N., & Koutsoukos, V. (2011). *Technologie de contrôle et de diagnostic*. Athènes: ITYE Diophantos. [en grec].
- Doumos, E., Efthimiou, I., & Kotzabassis, M. (2013). *Ascenseurs*. Athènes: ITYE Diophantos. [en grec].
- Eurobaromètre Spécial 224 (2005). *Europeans, Science and Technology*. Bruxelles: Commission Européenne.
- Eurobaromètre Spécial 340 (2010). *La science et la technologie*. Bruxelles: Commission Européenne.
- Fourez, G. (1996). *La construction des sciences, la logique des inventions scientifiques. Introduction à la philosophie des sciences*. Bruxelles: De Boeck Université.
- Glossas, N. (2011). *Technologie Classe de 6^e*. Athènes: ITYE Diophantos. [en grec].
- Gomatos, L. (2009). Relations entre Science et Technologie telles qu'elles émergent par les manuels scolaires de Sciences Physiques. In *Actes du 13^e Colloque international de la Société Pédagogique Hellénique, Curriculums et Manuels scolaires : État des lieux en Grèce et expérience internationale* (V. 2, pp. 197-205). Athènes : Diadrassi. [en grec].
- Gomatos, L. (2012). Choix didactiques des enseignants de technologie : Quelles relations avec les conceptions des enseignants à l'égard des relations sciences - technologie ? *Skholé*, 17, 201-208.
- Gomatos, L., & Lytras, K. (2012). *Refroidissement – Climatisation*. Athènes: ITYE Diophantos.
- Grivopoulos, K. (2013). Représentations sociales des nanosciences et nanotechnologies chez des lycéens. Quelle contribution à l'éducation au développement durable ? *Éducation et Socialisation*, 33. Retrieved from <http://journals.openedition.org/edso/86>.
- Karapanos, X., Kotsilieris, A., & Kountouras, L. (2011). *Moteurs à combustion interne*. Athènes: ITYE Diophantos. [en grec].
- Karelas, E., Triantafyllos, I., & Greskos, G. (2012). *Moteurs d'avion II*. Athènes: ITYE Diophantos. [en grec].
- Kargas, D. (2011). *Alimentation en eau – Drainage*. Athènes: ITYE Diophantos. [en grec].
- Karvelis, I., Balntoukas, A., & Draskagianni, A. (2013). *Éléments de la machine – Dessin*. Athènes: ITYE Diophantos. [en grec].
- Konstantinidis, N., & Plessas, N. (2011). *Mesurage en mécanique*. Athènes: ITYE Diophantos.
- Ladrière, J. (1977). *Les enjeux de la rationalité : le défi de la science et de la technologie aux cultures*. Paris: Aubier-Montaigne.
- Legardez, A., & Simonneaux, L. (2006). *L'école à l'épreuve de l'actualité. Enseigner les questions vives*. Paris: ESF.
- Martinand, J.-L. (1981). Pratiques sociales de référence et compétences techniques. À propos d'un projet d'initiation aux techniques de fabrication mécanique en classe de quatrième. In A. Giordan (Coord.), *Diffusion et appropriation du savoir scientifique : enseignement et vulgarisation. Actes des Troisièmes Journées Internationales sur l'Éducation Scientifique*.

(pp. 149-154). Paris: Université Paris 7. Retrieved from <http://artheque.ens-cachan.fr/items/show/927>.

Mattelart, A. (2018). *Histoire de la société de l'information*. Paris: La Découverte.

Rozakos, N, Spyridonos, P., & Papageorgiou, D. (2017). *Mécanique – Résistance des matériaux*. Athènes: ITYE Diophantos. [en grec].

Theofylaktos, K., & Krepias, E. (2012). *Construction et exploitation d'installations de chauffage central*. Athènes: ITYE Diophantos. [en grec].