Intérêts et limites de la production de récits fictifs au collège pour une éducation critique à la nano-santé

Nathalie Panissal
UMR EFTS, Université de Toulouse, ENSFEA, École nationale supérieure de formation de l'enseignement agricole de Toulouse-Auzeville

Christophe Vieu
LAAS-CNRS, Université de Toulouse, CNRS, INSA

Revue *Éducation, Santé, Sociétés* Vol. 4, No 2 | pp. 135-150
Reçu le : 15/09/2017 | Accepté le : 20/11/2017

Résumé : Le développement des nouvelles technologies dans le champ médical véhicule de nombreux espoirs qui ont tendance à laisser de côté une réflexion sur l'éthique du patient. Au niveau éducatif, il devient nécessaire d'équilibrer la représentation que l'on construit autour de ces avancées technologiques et médicales en les éclairant de la question du patient. Cet article présente une expérience exploratoire d'éducation citoyenne critique à la nano-santé dans l'enseignement secondaire français visant au développement de la pensée éthique des apprenants. Après avoir donné un aperçu des enjeux, des conséquences et des controverses liés à l'essor de la nanomédecine, nous discutons le choix d'une expérimentation menée en collège, basée sur la production par les élèves de récits fictifs. L'analyse de ces productions fait apparaître un questionnement éthique de la part des élèves qui toutefois ne révèle pas des questionnements éthiques propres à la nano-santé. Ce constat nous permet de repérer les points aveugles et les difficultés pour replacer la question du patient, individu capable de choix, face à la technicisation de la médecine du futur. Nous proposons des perspectives afin de renforcer l'intérêt de ces récits fictifs pour apporter une nouvelle voix au questionnement éthique en contexte d'innovation technologique en l'enracinant dans un processus d'enquête.

Mots-clés : nouvelles technologies, nano-santé, pensée éthique, éducation citoyenne critique, éthique du patient.

Introduction

Nous menons, depuis dix ans, des recherches-interventions d'éducation aux nanotechnologies auprès d'un public de collégiens et de lycéens. Nos travaux de recherche mettent l'accent sur le développement de la pensée éthique des apprenants à travers la mise en œuvre de débats argumentés sur des « questions socialement vives » (Legardez et Simonneaux, 2006 ; Panissal, 2014). Les dispositifs didactiques co-construits entre les enseignants chercheurs et les équipes pluridisciplinaires des établissements d'enseignement secondaires français impliqués, combinent des enseignements en nanotechnologies (cours, TP, sensibilisation aux controverses), la préparation et la réalisation d'un débat QSV qui porte très souvent sur une question liée à la nanomédecine et une visite d'un laboratoire de recherches. Ces dispositifs contribuent à une éducation aux technosciences et leurs controverses éthiques (Panissal *et al.*, 2010). Ils permettent à l'apprenant de mobiliser un questionnement face aux évolutions technoscientifiques. Nous transposons, dans le champ de la didactique des QSV la définition de la problématisation proposée par Tozzi (2007), soit un processus de questionnement à mobiliser lorsque l'on est confronté à une incertitude, un problème qui concerne la condition humaine en vue de définir une action, de prendre une décision. C'est ce processus de questionnement qui est visé par ces dispositifs, plus que la recherche de bonnes solutions. Lors de travaux antérieurs (Dupont et Panissal, 2015), nous avons mis en évidence la pertinence de débats argumentés entre élèves pour les amener à problématiser des questions éthiques inhérentes aux nanotechnologies. Dans cet article, pour la première fois, nous analysons un outil éducatif différent du débat mais qui poursuit les mêmes objectifs. En effet, à l'issue d'un dispositif didactique sur les nanotechnologies au sein d'un collège (cours et visite de laboratoire), il a été demandé aux collégiens de produire des récits fictifs, sous la forme de nouvelles, dans lesquels ils imaginent les bouleversements et les transformations de la société induits par le développement des nanotechnologies. Nous portons ainsi notre attention sur les types de raisonnements éthiques mobilisés par les élèves lorsqu'ils imaginent des scénarii fictifs. Parce qu'un très grand nombre de ces récits fictifs portent sur des problématiques médicales, nous souhaitons plus particulièrement repérer l'impact de ces raisonnements sur la construction d'une problématique éthique liée à la nano-santé. L'étude présentée ici a donc une visée exploratoire. En effet, le but de cette étude n'est pas de valider les apprentissages réalisés par les élèves pendant l'expérimentation pédagogique mais bien de repérer au travers de leur imaginaire, des lacunes dans leur problématisation éthique en nano-santé dans le but de penser de futurs dispositifs éducatifs.

Nous présentons en premier lieu les enjeux, les impacts et les questionnements soulevés par la nanomédecine, puis nous nous interrogeons sur les moyens éducatifs à mettre en œuvre pour permettre aux citoyens de les anticiper. La méthodologie de mise en œuvre du recueil de ces récits est ensuite décrite. Les résultats de leur analyse sont détaillés et discutés puis nous concluons cet article par quelques perspectives éducatives inspirées par ce travail.

1 Enjeux, impacts et questionnements en nanomédecine

Les nanotechnologies correspondent à un ensemble de techniques permettant de miniaturiser les objets et les matériaux jusqu'à l'échelle nanométrique (un nanomètre désignant

un milliardième de mètre). Ces opérations permettent de nouveaux modes d'interactions avec les constituants élémentaires du vivant qu'ils soient moléculaires (acides aminés, peptides, protéines...), cellulaires ou tissulaires. La nanomédecine correspond à l'application de ces différentes approches technologiques, dans le domaine de la santé humaine et de la médecine. Souvent utilisées en combinaison avec les biotechnologies, elles permettent de développer des applications innovantes qui peuvent se regrouper en trois secteurs :

- Le champ du diagnostic médical avec le diagnostic *in vivo* (*quantum dots*, imagerie) et *in vitro* (puces à ADN ou protéines, laboratoire sur puces, puces à cellules).
- Le champ thérapeutique par l'intermédiaire d'implants actifs (pacemakers, prothèses, rétines artificielles...) ou moyennant l'administration de nanomédicaments, vectorisés au sein de particules de taille nanométrique capables de franchir certaines barrières biologiques et fonctionnalisées par des entités moléculaires permettant leur ciblage vers les sites pathogènes.
- Le champ de la médecine régénérative visant au remplacement ou la réparation de cellules, de tissus, d'organes défectueux. Dans ce type d'activités, les nanotechnologies sont utilisées en synergie avec la science des biomatériaux et avec le potentiel régénératif des cellules souches.

Les promesses de la nanomédecine sont nombreuses en termes de diagnostic médical, de suivi thérapeutique, de réparation du corps mais peuvent également alimenter des projets visant à l'augmentation des capacités humaines. L'avènement de technologies permettant le séquençage génétique de masse donc accessible à un très grand nombre, le développement de la protéomique [1] à haut débit sont autant d'éléments qui permettent d'envisager une mutation profonde de la médecine comme une science de plus en plus moléculaire. Ce constat est à la base d'un emploi récurent du terme de médecine personnalisée afin d'expliquer que par l'utilisation des technologies issues de la nanomédecine, chaque patient sera traité de manière individuelle en fonction d'une analyse moléculaire précise et donc d'un profil moléculaire qui lui est propre. Cette vision trace une mutation profonde qui s'opère en médecine, qui va bouleverser sa pratique et redéfinir le rôle du médecin, de l'ingénieur, du soignant et du patient et va restructurer en profondeur l'organisation de la recherche médicale et des hôpitaux. Face à ces promesses, une multitude d'incertitudes s'ouvre sur les usages réels et les objectifs de ces technologies ainsi que sur des questions éthiques majeures en termes de condition humaine, de liberté, d'égalité et de droits de l'homme (Unesco, 2008). Noury (2016) considère la nanomédecine comme un nouveau paradigme des soins de santé et de prise en charge du patient, un modèle d'ingénierie biomédicale visant à contrôler la transformation technique et moléculaire du corps et de la vie. Les valeurs qui sous-tendent l'être humain comme la dignité, le respect de la vie, l'autonomie pourraient être ainsi bousculées par des techniques qui visent à optimiser les performances dans un contexte d'économie néolibérale (Habermas, 2015).

1.1 Nano-santé

Les politiques de santé des pays occidentaux conçoivent la médecine personnalisée dans son sens le plus étroit, à savoir une médecine permettant « au médecin d'ajuster fine-

1. La protéomique concerne l'étude systématique de la structure et de la fonction de toutes les protéines d'un organisme.

ment son diagnostic, son pronostic et ses prescriptions en fonction du profil moléculaire, surtout génétique, du patient » et permettant de pallier aux difficultés que rencontrent les finances des systèmes de santé actuels (Guchet, 2014, p. 42). Il s'agit d'une médecine de la « biocapitalisation [...] articulée entre un régime technoscientifique, lié aux sciences de la vie et à l'industrie du médicament, et un régime économique surdéterminé par le marché » (p. 43). Elle « a ainsi toutes les allures de ce que Foucault avait appelé un dispositif articulant des productions de savoirs, des effets de pouvoir, mais aussi la fabrique de nouvelles formes de subjectivités » (p. 43-44). On voit combien la définition de la notion de personne est ambiguë au regard de la médecine dite personnalisée qui est en fait le plus souvent, une médecine molécularisée. Guchet parle ainsi de tension entre le personnel-moléculaire et le personnel-subjectif. La mise en cohérence entre le moléculaire et le subjectif est ainsi laissée à la charge du patient (de celui qui patiente, qui n'éprouve pas encore les symptômes de la maladie). Selon Noury et Lafontaine (2014), la nanomédecine véhicule un nouveau paradigme de santé sous tendu par de nouvelles normes qu'ils nomment la nano-santé. Ce nouveau paradigme promeut une molécularisation de la médecine, une nouvelle façon de concevoir l'acte médical lui-même. Dans ce contexte, il s'agit moins de penser l'acte sur le corps malade mais de prendre de la distance avec ce corps par le biais d'une technoscientifisation de l'activité médicale. Le corps est ainsi réduit à son aspect de matériau, il peut être ingénierié, réparé, bénéficier de pièces détachées. Les auteurs dénoncent une médecine de gouvernance biopolitique qui tend à l'objectification du vivant et de l'humain, une médecine réductionniste et une normalisation de la santé. La maladie observée à l'échelle moléculaire est rabattue à une anomalie de fonctionnement des unités de base du vivant. Les outils d'observation et d'analyse performant à l'échelle nanométrique permettent alors de détecter les étapes défaillantes de façon à assurer, intervenir et maintenir la santé du patient (qui peut être asymptomatique). C'est moins la médecine clinique qui importe ici, mais plutôt la médecine prédictive qui exige de mettre le futur candidat à une maladie, sous contrôle de dispositifs techniques de surveillance, intégrés sur son Smartphone ou embarqués *in vivo*. Bien entendu une telle conception de la médecine pose d'emblée la question des normes et des seuils à partir desquels on va considérer un individu comme à risques, malade, et requestionne la frontière entre le normal et le pathologique. On peut ainsi s'interroger, dans une société qui vise la performance et la compétitivité, sur le sort qui sera réservé aux individus les plus vulnérables, les moins *gâtés* par leur patrimoine génétique, mais également sur les coûts liés à cette sorte de vulnérabilité généralisée. Les discours prometteurs, le plus souvent médiatisés, des progrès en nanomédecine, discours parfois amplifiés par les transhumanistes qui nous promettent la fin de la mort (Le Dévedec, 2015) ont peut-être tendance à nous faire oublier cette vulnérabilité constitutionnelle et espérer de la « technosanté », la chimère de l'immortalité.

1.2 Éthique et nanomédecine

La particularité de l'éthique en nanomédecine est qu'elle emprunte à différents champs de l'éthique : l'éthique médicale, les relations en médecine, la bioéthique et la question du vivant. Un des dangers de la nanomédecine est d'atomiser le corps en raison des capacités de la technologie et d'oublier que l'acte de soin doit s'intégrer dans l'humanité au service des plus vulnérables, même si l'activité médicale est contrainte par des impératifs financiers, stratégiques et de carrières personnelles. D'un côté, les questions éthiques

nanomédicales s'insèrent dans les problèmes éthiques inhérents aux nanotechnologies toutefois, les thèmes plus spécifiques à la nanomédecine concernent : la toxicité et l'impact sur l'environnement des nano-objets, l'éthique clinique et de la recherche, l'optimisation des performances humaines et la gouvernance (Côté, 2012). D'un autre côté, ces questions éthiques en nanomédecine s'insèrent également dans le cadre des quatre principes du rapport Belmont de 1978 (Beauchamp et Childress, 1994) qui font toujours autorité concernant l'agir médical. Il s'agit tout d'abord de :

1. L'autonomie : un individu est considéré autonome s'il est libre (s'il n'est pas sous influence) et capable d'exercer son jugement, son action. En médecine, respecter l'autonomie d'un patient consiste à lui fournir les informations indispensables à la construction d'une opinion raisonnée et à s'assurer que les informations fournies ont été comprises, à prendre en compte ses choix.
2. La bienfaisance qui consiste à contribuer au bien-être de l'individu, les interventions doivent être bénéfiques et utiles, dans ce contexte le paternalisme traduit un conflit entre bienfaisance et autonomie.
3. La non-malfaisance qui consiste à ne pas infliger un préjudice à l'individu de façon volontaire.
4. La justice qui permet de se prémunir contre l'inégalité d'accès aux soins pour l'accès aux ressources en santé.

1.3 Impacts de la nanomédecine

Ricœur (2004) introduit la notion de contrat de soin fondé sur la confiance liant le médecin et le patient dans la lutte commune contre la maladie. Ce contrat est fragile, il peut être remis en question par un manquement ou un excès des partenaires, comme par exemple le paternalisme du médecin, une marchandisation des offres de soin, une parcellisation du corps humain du fait de la performativité technologique. Cette dimension contractuelle est questionnée de nos jours face à une médecine qui priorise les techniques biomédicales par rapport au contact clinique, la technologisation du secteur ne doit pas compromettre le dialogue patient/médecin au sein duquel les informations de santé sont apportées, négociées au service d'une entente sur un traitement. L'équilibre de la relation médecin / patient peut être également remis en question du fait de la volonté du patient d'accéder à des technologies de pointe par lui-même et ainsi de devenir l'acteur principal du contrôle de sa santé.

La clinique sera également impactée, l'examen clinique classique qui touche le corps sera de moins en moins pratiqué si les pathologies sont révélées bien en amont de l'apparition des symptômes par des diagnostics moléculaires ou d'imagerie. Ainsi, on pourrait imaginer que les compétences du médecin vont devoir évoluer vers plus d'individualisation et prendre en compte les valeurs, aspirations du patient. L'activité du médecin se recentrerait sur des actions plus humaines telles que l'accompagnement, l'écoute et le conseil. Les autres tâches et actions médicales seront dévolues aux technologies, à des ingénieurs ou à des algorithmes (Vallancien, 2015).

2 Quelles perspectives éducatives pour le citoyen ?

La promesse de ces innovations interpelle les citoyens et les appelle à participer aux processus de gouvernance qui ne peuvent plus être confiés aux uniques experts et acteurs éclairés. Le développement d'une pensée éthique du citoyen devient de ce fait un impératif car les nouvelles technologies vont bouleverser nos conventions morales et obliger à répondre à des questions inédites comme la sélection génétique ou l'augmentation des performances humaines [2], pour ne donner que deux exemples. Les nouvelles pratiques révélées par la médecine personnalisée confrontent les patients à des incertitudes qui ne sont pas toujours saillantes. Par exemple, des tests génétiques disponibles sur Internet n'ont pas passé les barrières de mise sur le marché, pire, ils ne respectent pas nécessairement les lois concernant les droits des patients et la législation par rapport aux essais cliniques. De plus, les informations issues des tests génétiques sont très complexes, probabilistes, elles ne concernent pas uniquement le patient lui-même, mais aussi ses proches. La nature des risques est ainsi modifiée, les conditions d'accès aux soins, aux assurances sont impactées. La stratification de la population ainsi construite peut conduire à des nouvelles discriminations et inégalités, cette stratification est potentialisée par l'émergence de nouveaux algorithmes de traitement des données issus de l'intelligence artificielle (IA). La question de l'ingérence de ces technologies dans nos vies se pose donc. Il convient donc de s'interroger sur les dispositifs à mettre en place dans le cadre d'une éducation citoyenne à ce nouveau paradigme médical à venir, qui conçoit le patient comme un sujet informé, autonome et par conséquent responsable de sa santé.

3 Méthodologie de l'étude réalisée

3.1 Contexte de l'expérimentation

Rappelons que dans cet article nous étudions comment, au niveau du collège, nous pouvons travailler la pensée éthique en nano-santé au travers d'un outil pédagogique particulier : la production de récits imaginaires. La mise en œuvre de la rédaction de ces récits fictifs par les élèves d'une classe de troisième (15 ans) est incluse dans un dispositif éducatif co-élaboré par leurs enseignants (physique chimie, sciences de la vie et de la Terre – SVT –, français) ainsi que des enseignants chercheurs en nanotechnologies et sciences de l'éducation. Le dispositif éducatif comprend des phases d'enseignement prises en charge par les enseignants du secondaire, en lien avec les programmes scolaires, une conférence introductive d'un chercheur en nanomédecine, une visite d'un laboratoire du CNRS, ainsi que la préparation et la rédaction des récits. La préparation des récits est prise en charge par l'enseignante de français de la classe, elle se déroule en trois temps. Un premier temps consiste à amorcer l'écriture et de partager des bribes de récits en classe sur les scenarii projetés par les élèves. Il s'agit ici d'un exercice centré sur la discipline du français et la technique du récit. Ainsi, pour cette expérience, la phase de préparation a majoritairement été axée sur les programmes de la discipline du français, nous verrons par la suite

2. Bensaude-Vincent (2014) souligne que les promoteurs des nanotechnologies (rapport américain de la National Science Foundation publié en 2002) considèrent que la convergence NBIC (NanoBioInfoCognition) est désormais possible du fait de l'ingénierie à l'échelle nanométrique et pourra permettre d'améliorer les performances humaines. Ceci a pour conséquences de réduire le vivant à une mécanique et la cognition à des bits informatiques que l'on peut interfacer à des machines. On pourra ainsi réparer le cerveau, l'augmenter en le couplant à des *capacités* informatiques, voire même prendre la suite de l'évolution biologique. Les projets transhumanistes proposent que l'homme prenne en charge l'évolution de sa propre espèce *via* les technologies (Le Dévédec, 2015).

l'importance de ce constat. À la fin de ce temps, les élèves assistent à la conférence d'un chercheur qui resitue les nanotechnologies de manière globale puis se focalise sur leurs applications pour le numérique, les matériaux et la médecine. Les enseignants du collège en mathématiques, technologies et SVT font pendant leurs cours le lien entre certains éléments de cette conférence et les programmes scolaires de la classe de troisième. Dans un deuxième temps, sous forme d'atelier, les élèves produisent des rédactions individuelles sur le thème des nanotechnologies pendant plusieurs semaines et assistent à des temps de discussion en classe autour des récits en construction. La consigne donnée aux élèves est de produire un récit fictif de trois à cinq pages sur un des champs d'application présentés par le chercheur en nano (nanoélectronique, nanomatériaux ou nanomédecine) en lien avec les cours de français sur le thème de la littérature et des sciences : « Littérature et sciences. » Enfin, le troisième temps consiste à produire des récits, organiser la lecture et des débats autour des récits produits et de sélectionner collectivement les productions qui donneront lieu à la publication. Ce moment éducatif, pris en charge par l'enseignante de français de la classe, met l'accent sur l'argumentation littéraire (dynamique narrative, rythme, chute) au programme de la classe. Le dispositif éducatif global se déroule sur une période de trois mois (soit environ 24 heures). Nous présentons d'abord l'ensemble des récits fictifs produits par les élèves, puis nous focalisons notre analyse sur le champ d'application de la nanomédecine en lien avec la thématique de la présente revue.

3.2 Corpus d'analyse

L'étude présentée dans le cadre de cet article porte sur 12 récits fictifs produits par les élèves de troisième dans un collège de Midi-Pyrénées. Les 12 fictions ont été publiées et analysées, elles sont numérotées et évoquées dans cet article en fonction de leur ordre d'apparition dans la publication.

L'analyse des résultats comprend plusieurs étapes :

- Première étape : les thématiques développées dans les récits sont identifiées moyennant une analyse de contenu (Bardin 2001). Cette analyse a pour fonction de regrouper le corpus en fonction d'unité de sens du discours en faisant émerger des mots-clés. Elle permet de faire émerger les thèmes abordés par les élèves. L'analyse est ensuite recentrée sur les récits en lien avec la nanomédecine pour conduire la deuxième analyse ci-dessous.
- Deuxième étape : Rumpala (2015) souligne l'importance de l'imaginaire pour interroger l'avenir et considère les textes de science-fiction comme révélateurs de ces expériences de pensée d'imagination. La science-fiction est « une aide à la représentation des enjeux éthiques et à la construction d'une éthique du futur » (p. 82), c'est « une manière d'explorer et de cadrer des répertoires d'options sociotechniques » (p. 84). Elle permet de mettre en évidence un imaginaire et l'utiliser comme un moteur de production de nouvelles idées et expériences pour penser le futur afin de perpétuer un monde soutenable et assurer la continuité de la vie sur terre (Jonas, 1979). Rumpala précise que l'exploration éthique à travers l'imaginaire peut se faire selon deux directions : une direction technoscientifique et une direction de la souciance (par opposition à insouciance). Selon la perspective technoscientifique, la production de récits fictifs imagine un monde « où l'intervention

humaine n'a pas de limites [...] où il faut se résoudre à accompagner la fin de la nature » (Rumpala, p. 82-84), de pousser l'imagination technologique jusqu'au bout de l'entendement. La seconde logique dite de souciance, permet au contraire d'envisager la vulnérabilité du monde, d'avoir un regard plus critique sur le progrès. Ce double regard rejoint les deux formes de rationalités évoquées par Beck (2003) (technoscientifique et réflexive). Cependant, afin d'affiner notre catégorisation de la souciance, nous la complétons par les apports des travaux sur l'éthique du *care* (Tronto, 2013). Nous dégageons ainsi des travaux de Rumpala et des compléments apportés par ceux de l'éthique du *care*, une liste de mots-clés repérée dans le tableau ci-dessous nous permettant de mener une analyse de contenu (Bardin, 2001) et d'identifier ce que nous nommons les logiques d'imaginaire produites par les élèves dans les récits fictifs.

Tableau 1 – Liste des mots-clés

Technoscientifique	**Souciance**
Repousser les limites	Souci des autres
Échelle nano, frontière naturel / artificiel	Sollicitude, attention
Modification échelle temporelle	Bien-être, intérêt d'autrui, du patient
La vie après la fin de la nature	Vulnérabilité du patient
Technicisation du monde comme solution à la maladie	Dépendance (humain, environnement, objet…)
Fantasme de toute puissance (gérer, contrôler)	Protection
Justifications technologiques à l'acte médical	Relation, interdépendance
Détails techniques sur l'agir médical	Lien social
	Perpétuation ou réparation du monde

Source : Les mots-clés de la colonne technoscientifique sont extraits de Rumpala et Beck. Les mots-clés de la colonne logique de raisonnement souciance évoquée par Rumpala sont complétés par les compétences du *care* telles qu'elles sont travaillées dans le champ d'étude de l'éthique du *care* selon Tronto.

4 Résultats de l'analyse et discussion

Le tableau suivant [tab2] recense les thèmes abordés par les élèves dans leurs récits. Le secteur d'application des nanotechnologies évoqué par les élèves est noté dans la colonne 2 et la logique d'imaginaire mobilisée en dominance (technoscientifique et/ou souciance) est notée au sein de la colonne 3. Ces deux critères sont exemplifiés par un extrait de corpus de récits. On peut constater que les élèves abordent tous les secteurs d'application des nanotechnologies. En effet, même si l'équipe de chercheur intervenant au collège est une équipe très impliquée en nanomédecine, l'enseignante responsable de la préparation des récits n'a pas souhaité circonscrire la production à la seule nanomédecine, mais à l'ensemble des applications des nanotechnologies.

L'analyse de contenu des récits fictifs (Bardin, 2001) révèle que les élèves abordent majoritairement des problématiques liées à la nanomédecine (7 récits sur 12). Ce résultat semble indiquer que ce domaine a davantage mobilisé leur imaginaire vis-à-vis de problématiques plus écologiques liées aux nanomatériaux ou de problématiques plus numériques liées à la nanoélectronique. Deux thématiques émergent de leurs fictions : l'augmentation humaine (5 récits) et la nanomédecine (7 récits). L'augmentation humaine est explorée à travers le téléchargement de la conscience humaine dans un robot (récit n° 2) et à travers le

Tableau 2 – Résultats de l'analyse de contenu en fonction de l'ordre de publication des récits

Récit n°	**Secteur d'application : Matériaux (Ma), Nanoélectronique (NE), Médical (Me)**	**Logique d'imaginaire en dominance : Technoscientifique (T) / Souciance (S)**
1	(Me) Médicament / cancer « Je suis médecin hématologue pédiatrique »	T « Écrire un *email* à la faculté des sciences pour savoir s'ils connaissent des chercheurs en médecine qui pourraient améliorer les traitements »
2	(NE) Télécharger conscience robot « Je découvre mon père aussi vrai que nature […] se trouve une télécommande avec laquelle j'ai la possibilité de renouer le dialogue avec mon père »	T « Les robots dotés d'une mémoire d'une personne décédée »
3	(Me) Médicament / épidémie « La nanomédecine pourrait être plus efficace sur les maladies »	T « Il devait utiliser le microscope capable d'aller sous les 400 nanomètres, il prit le microscope à force atomique »
4	(Me) Médicament / réparer la vue « Je ferais tout ce que je peux pour te rendre la vue, je vais reprendre tes recherches et trouver une solution grâce aux nanotechnologies »	T « Elle […] retrouva la formule, des nanoparticules […] qui neutraliseront les cellule […] le résultat fut positif »
5	(Me) Essais cliniques « Je suis le premier cobaye humain »	S « J'ai peur […] ma tête me fait atrocement souffrir, même avec quelques anesthésiants, la douleur est vivre et insoutenable »
6	(Ma) Toxicité, contrôle de masse « La nanotechnologie a créé un nombre incroyable de morts […] les médias ont étouffé l'affaire »	S « J'ai décidé de le faire car je veux sauver des vies »
7	(Me) Nano-implants « Un modèle C3PI de nano-assistant conçu en 2051 »	T « Un implant incroyable permettant de décupler la force de sa main »
8	(Ma) Armée « Grâce à cette technologie les américains souhaitent contrecarrer les chinois »	T « Avion furtif en nanotubes de carbone »
9	(Ma) Armée « Le soldat à l'intérieur de la nano-combinaison »	T « La nano-combinaison dispose de quatre attributs principaux : la puissance (vitesse et force), la camouflage, l'armure et l'analyse […] le tout consolidé par un exosquelette et ses composants essentiels en milieu hostile »
10	(Me) Diagnostic « Un jeune médecin novice proposa une solution inattendue […] une nanocaméra »	T « Les deux élus se firent rapetisser, rentrèrent dans le crane du malade et commencèrent l'analyse du cerveau »
11	(Me) Médicament / réparer « Caroline est atteinte d'un cancer des cellules de la moelle osseuse »	T « Miracle cure ». Cela fait un an que l'antidote de nanomédecine est commercialisé, et nous sommes maintenant à huit milliards de sauvés »
12	(Ma) Police « J'ai tué les six stylistes »	T « Les nanos sont de minuscules particules. Lorsque les vêtements restent longtemps sur le corps, ils se resserrent avec la température du corps »

Nota : Le secteur d'application des nanotechnologies, le sujet traité, et les logiques d'imaginaire mobilisées sont exemplifiés par un extrait de corpus pour chaque récit.

soldat ou policier cyborg et le contrôle des populations (n° 6, 8, 9, 12). La thématique de la nanomédecine, quant à elle, est envisagée selon la perspective de la médecine qui soigne (le cancer, l'épidémie, les médicaments : n° 1, 3, 11), la médecine prédictive (n° 10), la médecine qui essaie (n° 5) et la médecine qui régénère (rendre la vue, les nano-implants : n° 4, 7). Nous ne considèrerons à présent que les récits produits sur la médecine dans cet article.

Les logiques d'imaginaire mobilisées dans les récits concernant la nanomédecine sont majoritairement technoscientifiques. Néanmoins les élèves ne convoquent pas de termes techniques pour étayer leur récit, ils utilisent des termes classiques, comme seringue, implants, opération, cellules, chimiothérapie. Pour justifier leurs propos associés à la nanomédecine, ils emploient des mots généraux comme la nanotechnologie, l'antidote, le médicament miracle, etc. « Le nanomédecin circule de plus en plus aisément et diminue chaque jour le nombre d'endroits inaccessibles. Nous en sommes à deux-quarts des cellules tumorales soignées. » (N° 5, p. 44.) Certes, c'est la technique qui permet de gagner le combat face à la maladie, mais le plus souvent cette technique s'apparente à de la magie pour les élèves. « Cela fait un mois que nous avons trouvé le médicament magique. [...] Miracle cure, [...] nous faisons des tests sur des personnes atteintes de maladies très graves qui ne se guérissent pas et comme nous l'avions confirmé le médicament fonctionne. Aujourd'hui tout le monde y a accès. » (N° 11, p. 70.) Ils n'excluent pas les risques : « Océane est toujours en rémission » (n° 1, p. 18) ; « Lara se retrouva sur son lit de mort » (n° 7, p. 53), mais la technologie finit toujours par triompher. « L'implant Strength 2.0 : [...] un implant incroyable permettant de décupler la force de sa main, [...] 2 semaines le temps qu'il a fallu pour guérir 5 215 061 personnes. » (N° 6, p. 56.) « Il présenta son projet avec ses collègues et nous expliqua que les nanotechnologies pourraient pensait-il faire l'affaire pour nous tous. [...] Une imprimante 3D capable d'imprimer en 3D des organes, des globules. » (N° 1, p. 15.)

La médecine personnalisée est interprétée par les apprenants comme une médecine qui s'adresse à une personne particulière, un patient. Le médecin va tout mettre en œuvre pour soigner ce patient particulier. « Pendant plus d'une année, elle essaya de trouver la formule. » (N° 4, p. 38.) Le discours médiatique prometteur de la nanosanté fait que les jeunes y sont sensibilisés. On voit que les collégiens s'inscrivent dans une relation au médecin plutôt paternaliste, de confiance. « Le résultat des essais fut positif. [...] Alisson fut prise en charge par un infirmier. [...] Plusieurs heures passèrent, [...] quand un stagiaire qui avait participé à l'opération apparut [...], l'opération s'est bien passée, [...] Alisson fut guérie au bout de quatre mois. » (N° 4, p. 38.)

Le contrat de soin sous-jacent est celui de la dépendance au médecin voire de la confiance absolue. Aucune fiction n'évoque les capacités du patient à être un nouvel acteur de sa santé, ni de son autonomie concernant sa santé. De plus, il semble que les élèves ne perçoivent pas le versant d'une médecine de la molécularisation (ou stratifiée) supportée par des *big data*, *smart data* et les algorithmes. Ceci corrobore le fait qu'entre une médecine « technoscientifique à base génomique et le soin [...], point d'articulation véritable » (Guchet, 2014, p. 37). L'ambiguïté du terme médecine personnalisée n'a pas été relevée par les élèves. Cette lacune dans leurs perceptions nous semble particulièrement importante à relever par rapport à une éducation aux enjeux éthiques de la nano-santé et des dangers

de réification du patient (Noury, 2016). En effet, Billaud et Guchet (2015) précisent que traditionnellement la médecine s'est préoccupée d'un patient unique :

> « Au cours de la consultation, la relation qui s'établit entre le médecin et le malade est donc bien personnalisée et consiste en une attention portée à la subjectivité des patients. Or, dans sa nouvelle acception, la dénomination de médecine personnalisée se réfère à une pratique visant à proposer le traitement le plus adapté au malade en se fondant sur les caractéristiques moléculaires de sa pathologie. » [P. 798.]

Ce n'est plus une personne mais « un ensemble de profils moléculaires » calculés et enregistrés dans des bases de données très fines, générant des données statistiques servant à répondre de façon probabiliste sur le cas particulier d'un patient qu'il convient de traiter. Ce n'est plus ici la relation personnalisée médecin-patient qui domine mais une relation médicale technoscientifique associant acquisition et stockage d'une grande quantité d'informations moléculaires, analyses statistiques et traitements bioinformatiques de ces mégadonnées. Il serait ainsi intéressant de s'interroger avec les élèves sur ce que Billaud et Guchet (2015) nomment « une promesse pour l'avenir, celle d'une société érigeant la santé et sa surveillance continue au rang de valeurs directrices » (p. 799), tant les enjeux économiques, politiques, éthiques sont denses.

Cet état de confiance absolue aux nouvelles technologies n'est pas étonnant. Le discours médiatique sur la nano-santé fait que les jeunes y sont certes sensibilisés, mais polarisés sur les effets prometteurs. Pour la plupart des récits, le médecin outillé de nouvelles technologies est ainsi libéré de nombreuses tâches, il peut alors pratiquer une médecine plus humaine, exprimer de l'empathie pour son patient. La souciance est très présente dans les récits à travers la figure du médecin. Le métier de médecin est lié voire assimilé à celui de chercheur. Ainsi, les médecins sont des chercheurs au service de leurs patients qui mettent en œuvre tout leur possible (temps, compétences) pour trouver LA solution pour sauver leur patient atteint de maladie incurable, majoritairement le cancer : « Il [le médecin] prit donc la décision de mener ses propres recherches afin d'aider les personnes dans le besoin. » (N° 3, p. 29.) Le patient est passif dans les récits, il attend, le plus souvent accablé par sa maladie et son issue fatale, son autonomie n'est jamais questionnée, il fait totalement confiance à son médecin et attend qu'il trouve la solution miracle, voire magique : « Alisson fut guérie au bout de quatre mois, [...] elle fit une brillante carrière, [...] elle inventa le vaccin contre le cancer [...] et tout cela avec vous savez quel ingrédient magique : les nanotechnologies ! » (N° 4, p. 38.) Le médecin est le héros dans la plupart des récits, il réussit à force de dévouement et de travail acharné, proche du sacerdoce, à sauver ses patients. « Cela fait un an que l'antidote de nanomédecine est commercialisé, [...] tout le monde à la chance de pouvoir se soigner contre n'importe quelle maladie et l'espérance de vie est estimée à 170 ans. » (N° 11, p. 77.)

Les récits méconnaissent le contrat de soin et les principes bioéthiques. Au-delà de son soubassement paternaliste, la relation patient-médecin exprimée par les collégiens s'inscrit dans une relation de dépendance ; les patients ont un droit individuel à l'innovation, ils doivent pouvoir y prétendre et y accéder directement, indépendamment des enjeux de santé publique. Les pouvoirs publics, la régulation juridique ne font pas partie des

préoccupations des élèves. Ils n'interrogent pas le fait que les pratiques de thérapies dites personnalisées entrent en conflit avec le code de santé publique qui s'efforce de garantir le niveau de santé, la qualité des soins et l'égalité de l'accès aux innovations. L'impact que peut avoir la privatisation des soins n'est pas appréhendé. L'intérêt général est absent dans les récits des élèves. Lorsque le collectif est évoqué, il est envisagé dans le cadre restreint du groupe d'appartenance et/ou de la famille. Ce rapport au collectif est plus aisé, chacun dans son entourage a pu rencontrer des personnes affectées par des maladies comme le cancer et constater la vulnérabilité de ces patients. Ce type de raisonnement moral est tout à fait caractéristique de la période adolescente (Kolhberg, 1966) et constitue un obstacle par rapport aux visées d'une éducation émancipatrice misant sur l'*empowerment* des individus et le développement de capacités de généralisation. Les dispositifs éducatifs devront prendre en compte cet aspect dans les séquences d'enseignement dévolues à la préparation des récits fictifs.

L'autonomie du patient, nous l'avons vu, n'est pas interrogée et pour les élèves, le contrat de soin se résume à une relation paternaliste, certes la plupart du temps bienveillante, et même dévouée de la part du soignant, mais en aucun cas négociée. Un seul récit (5) se détache des autres et mobilise les questions de bienfaisance et non-malfaisance. Il s'agit d'une jeune mère de famille atteinte d'un cancer du poumon qui va accepter d'être le cobaye d'essais cliniques consistant à l'administration d'un protocole expérimental de traitement inédit faisant fi de toutes les contraintes éthiques auxquelles sont soumis les médecins. « Si je signe, je dois prendre une décision, [...] si je signe pas je partirais sans avoir reçu aucun traitement. » (N° 5, p. 43.) Le récit détaille jour après jour l'avancée et l'échec de l'essai clinique. Il décrit les détails de la souffrance de la patiente : « Le médicament ne sera pas efficace [...] le sujet présente une paralysie des deux bras » « je n'ai jamais autant souffert de toute mon existence » ; « Je reste couchée sur mon lit d'hôpital, j'attends le verdict » (p. 45). Ici, la relation patient-médecin est présentée comme une relation froide technicisée où la personne importe peu : « Le médecin est sorti sans plus de cérémonie : Marie Horst décédée au service de la science. » (P. 46.) Le patient est ainsi réduit à un objet d'étude, la douleur morale est complètement déniée par l'équipe médicale : « J'ai peur, je suis terrifiée, [...] la panique est déjà présente » ; « Peut-être que la presse parlera de moi après mon décès, ou le test sera gardé secret, je ne sais pas » ; « J'aimerais tellement revoir une dernière fois ceux qui me sont chers, [...] mais pourquoi leur affliger une telle vue » (p. 46). L'exemple de ce récit montre qu'en dépit de leur jeune âge les questions morales ne sont pas hors de portée des élèves.

5 Perspectives éducatives en nano-santé

Les nanotechnologies, depuis le lancement officiel des programmes de recherche par le gouvernement américain en 1999, ont donné lieu à de nombreuses initiatives de participations citoyennes à travers le monde. Dans ce contexte, le centre de recherche de l'Université d'Arizona (Center for Nanotechnology in Society) a mis en place des groupes de travail de publics pluriels. Ainsi des chercheurs, experts du champ, public profane sont invités à interroger l'impact des nanotechnologies. Certains groupes ont produit des scénarii fictifs sur les usages futurs des applications issues de ces technosciences. Ils enquêtent sur des sujets comme : télécharger sa mémoire dans un ordinateur, le dépistage génétique prénatal systématique (Laurent, 2010). Il s'agit pour les enquêteurs d'imaginer, ce que pourrait

être la vie, d'identifier les problèmes susceptibles d'être révélés par ces technologies dans ce monde vécu imaginaire. Ces enquêtes ont pour objectif de construire une problématisation éthique. Le dispositif d'éducation citoyenne aux nanotechnologies mis en place au collège est une transposition de cette pratique sociale de démocratie participative, il vise, à travers la rédaction de récits fictifs, le développement d'une compétence morale, entendue comme la capacité à poser des questions plutôt que de chercher, la ou les bonnes réponses (Tozzi, 2007), nous nommons cette compétence la problématisation éthique. L'éveil de cette compétence parait essentiel compte tenu du projet politique d'acceptabilité sociale sous-jacent aux nanotechnologies. Ce concept d'acceptabilité, fortement controversé et mal défini, pose de nombreuses questions en contexte néolibéral axé sur la rentabilité (Guchet, 2014). En effet, le terme d'acceptabilité, et son adjectif social, a la faculté de faire glisser l'intérêt normatif du questionnement éthique (ce qui est acceptable), vers un intérêt purement descriptif, et mercantile (ce que les individus sont prêts à accepter). Pour cette raison, une éducation à l'acceptabilité morale (et non sociale) semble la bienvenue. En contexte scolaire cette acceptabilité doit ainsi être travaillée comme un processus de délibération interrogeant les raisons morales pour promouvoir, rejeter ou développer certaines nanotechnologies sous certaines conditions (Pannisal et Viallet, 2016).

Les travaux présentés ici montrent que les fictions permettent aux apprenants de mobiliser dans une certaine mesure une dimension éthique. Certes, les spécificités éthiques de la nanomédecine sont rarement révélées mais de nombreuses préoccupations relevant d'une éthique contemporaine du *care* et du souci de l'autre transparaissent dans ces écrits. Le recours aux récits est donc une occasion de créer des raisonnements et des idées éthiques pour sonder les zones d'ombres que nos capacités perceptives et intellectuelles actuelles ne sont pas aptes à percevoir (Rumpala, 2015). Ainsi, la logique propre à l'activité de narration autorise les transgressions, développe la réflexion critique sur des objets inenvisageables au moment présent. Beaucoup de récits mettent en scène des catastrophes ou scénarii de maladies graves. La solidarité, le dévouement, l'empathie sont très représentés dans les récits. L'écriture de fiction remplit ainsi une mission éducative de prendre conscience des effets de l'action scientifique sur le monde. Dans le cas de récits imaginaires sur la nano-santé nous constatons à travers cette étude que cette action scientifique est décrite par ces jeunes adolescents comme bénéfique. Ceci semble montrer que certains aspects propres à la médecine personnalisée ou prédictive n'ont pas sensibilisé les élèves. Nussbaum (2011) suggère de bâtir un imaginaire social, basé sur la vie quotidienne, pour construire des émotions morales [3] aptes à considérer la vulnérabilité et combattre le sentiment de toute-puissance et de domination. Il est ainsi question de stimuler chez les citoyens des raisonnements émotionnels et cognitifs pour qu'ils développent une imagination morale des souffrances d'autrui (humain et non humain) et des relations d'interdépendance sociale. L'auteur précise que les récits littéraires et l'art sont des outils pédagogiques de prédilection pour travailler l'empathie. Les récits fictifs que nous avons analysés retracent une certaine perception de la vulnérabilité liée à la maladie de personnes proches mais dans un paradigme conventionnel de la médecine où le médecin se dévoue afin de soulager

3. Martha Nussbaum (2011) s'interroge sur l'éducation morale à mener pour former les citoyens de sociétés démocratiques. Elle met en évidence un certain nombre de capacités (*capabilities*) fondamentales et notamment une capacité « à imaginer une variété de problèmes qui affectent l'histoire d'une vie humaine dans son développement » (p. 38). Les émotions morales sont le signe d'une forte implication morale du sujet dans ses relations aux autres qui lui permette de mettre en avant le vivre ensemble, le respect mutuel, la réciprocité plutôt que de rechercher « le confort de la domination » (p. 41).

les souffrances. Cependant, notre analyse montre également que les enjeux autour de la nanomédecine qui vont bouleverser les relations patient-médecin n'ont pas été problématisés par les élèves qui n'ont pas été capables de les projeter dans leurs récits imaginaires. En raison de l'enthousiasme marqué des élèves pour la nanomédecine nous pensons que les récits fictifs pourraient être des outils didactiques appropriés pour les amener à appréhender ce rapport entre vulnérabilité humaine et nano-santé. Il nous paraît nécessaire de travailler davantage dans la phase préparatoire à l'écriture, les aspects éthiques de la nanomédecine. Nous avons effectivement pointé le fait que les élèves ne prennent pas la mesure des enjeux éthiques inhérents à la nano-santé. En effet, le dispositif d'enseignement mis en place ne les y a pas suffisamment préparés. Il aurait été préférable d'être plus focalisé sur un cas concret, choisi par l'équipe des enseignants et des chercheurs, d'accompagner les élèves dans la construction de ce qui pose problème pour qu'ensuite ils réalisent un travail d'enquête (à l'image d'une enquête policière) et convoquent si besoin des chercheurs pour approfondir leur enquête. Nous postulons que la structuration du dispositif d'enseignement autour d'une démarche d'enquête telle que la conçoit Dewey (1993) pourrait servir de guide aux enseignants pour construire leurs dispositifs éducatifs et injecter les savoirs, périodes de recherche d'information, consultations de chercheurs, en fonction des besoins. De plus, complétée par les apports de l'éthique du *care*, cette démarche autoriserait une ouverture aux multiples vulnérabilités pour définir un problème (ce qui compte sur le plan éthique) au service de la soutenabilité du monde. Le dispositif éducatif en générant un processus d'anticipation permettrait ainsi à l'élève de vivre une forme de participation démocratique pour être en mesure de réfléchir de manière éthique et responsable en tenant compte des générations futures. L'enquête telle que la propose Dewey repose sur une démarche en cinq étapes :

1. La première étape permet de générer le doute, d'identifier ce qui pose problème sur le plan éthique. À partir d'une application en nano-santé donnée, on peut imaginer un travail de brainstorming ou de carte mentale, par exemple, pour construire avec la classe ce qui pose problème. On peut également envisager d'initier ce doute en cours de français en travaillant sur une contre-utopie mettant en scène un monde médical déshumanisé à cause de la dominance des technologies.
2. Au cours de la deuxième étape, le problème est ainsi identifié et les besoins de l'enquête clarifiés.
3. Au troisième temps, il s'agit d'établir la feuille de route de l'enquête et de la mener.
4. La synthèse et le bilan sont les objectifs du quatrième temps.
5. Enfin la cinquième et dernière étape correspond au moment de l'écriture du scénario fictif lui-même. Les élèves peuvent ainsi envisager la production d'imaginaire sur un cas bien précis et l'éprouver.

Conclusion

Ce travail d'enquête, en amont de la production des récits, est une condition nécessaire pour créer des situations éducatives dans le champ de la didactique des QSV. En effet, les résultats de l'analyse des récits présentés dans cet article indiquent que la phase de préparation a majoritairement été axée sur les programmes de la discipline du français, ne

permettant pas aux élèves de suffisamment se dégager des promesses de la nanomédecine véhiculée par les médias. Bien qu'ils aient mobilisé une pensée éthique montrant de la souciance vis-à-vis d'autrui dans le cadre général des pratiques médicales, ils ne sont pas parvenus à problématiser une question éthique spécifique à la nano-santé. La production de récits fictifs dans le contexte de la didactique des QSV ne doit pas rabattre la question socialement vive à un exercice d'une discipline scolaire. Le temps de préparation doit avoir pour objectif de conduire à une problématisation d'ordre philosophique, c'est-à-dire en quoi les bouleversements inhérents à la nano-santé évoqués dans le projet de fiction de l'élève interrogent la condition humaine. Il faut en somme amener l'élève à réfléchir sur la question éthique que pose son projet d'écriture. C'est là toute la difficulté du champ de la didactique des QSV qui convoque l'interdisciplinarité et les savoirs incertains bousculant les logiques enseignantes disciplinaires. Certes les récits fictifs doivent permettre l'exercice de l'imagination pour remplir leur fonction, mais ils ont aussi pour prérequis de permettre aux élèves d'enquêter en amont de la rédaction afin développer chez eux des capacités au doute (Fabre, 2011).

Références bibliographiques

Aubert-Côté, P. (2012). Enjeux éthiques et sociaux de la nanomédecine : le point sur la question. *Lex Electronica,* Centre de recherche en droit public. 17(2). https ://papyrus.bib.umontreal.ca/xmlui/handle/1866/9489. (Consulté le 14 septembre 2017).

Bardin, L. (2001). *L'analyse de contenu*. Paris : L'Harmattan.

Beauchamp, T.L. et Childress, J.F. (1994). *Principles of Biomedical Ethics*. New York : Oxford University Press.

Bedin, V. (2013). La recherche intervention en éducation et en formation : une nouvelle forme de conduite d'accompagnement du changement. In V. Bedin (dir.), *Conduite et accompagnement du changement. Contribution des sciences de l'éducation* (p. 87-105). Paris : L'Harmattan.

Beck, U. (2003). *La société du risque, sur la voie d'une autre modernité*. Paris : Flammarion.

Bensaude-Vincent, B. (2014). La nature reconfigurée par les nanotechnologies. *Colloque Nature et artifice. L'homme face à l'évolution de sa propre essence. Fondation Singer-Polignac*, 29-30 avril 2014. https ://fr.scribd.com/presentation/223083422/Bernadette-BENSAUDE-VINCENT-La-nature-reconfiguree-par-les-nanotechnologies-et-technologies-convergentes (consulté le 12 février 2018).

Billaud, M. et Guchet, X. (2015). L'invention de la médecine personnalisée. Entre mutations technologiques et utopie. *Med Sci*, 31, 797-803.

Dewey, J. (1993). *Logique : La théorie de l'enquête.* Paris : Presses universitaires de France.

Dupont, P. et Panissal, N. (2015). Le genre du débat sur une question socialement vive. *Éducation et didactique*, 9(2), 27-49.

Fabre, M. (2011). *Eduquer pour un monde problématique. La carte et la boussole*. Paris : PUF.

Guchet, X. (2014). Le patient « actionnable » de la médecine personnalisée. *Socio- anthropologie*, 29, 37-51.

Habermas, J. (2015). *L'avenir de la nature humaine. Vers un eugénisme libéral ?* Paris : Editions Gallimard, coll. « Tel ».

Jonas, H. (1979). *Le principe de responsabilité, une éthique pour la civilisation technologique*. Paris : Cerf.

Kohlberg, L. (1966). *A cognitive-developmental analysis of children's sex rôle concepts and attitudes*. Stanford : University Press.

Laurent, B. (2010). *Les politiques des nanotechnologies. Pour un traitement démocratique d'une science émergente*. Paris : Charles Leopold-Mayer.

Le Dévédec, N. (2015), La Société de l'amélioration. La perfectibilité humaine des Lumières au transhumanisme. Montréal : Éditions Liber.

Legardez, A. et Simonneaux L. (2006). L'*école à l'épreuve de l'actualité.* Issy-les-Moulineaux : ESF.

Noury, M. (2016). Na-no-body : de l'oubli du corps sensible en nanomédecine. *BioéthiqueOnline*. 5(20) http ://bioéthiqueonline.ca/5/20. Consulté le 14 septembre 2017.

Noury, M. et Lafontaine, C. (2014). De la nanomédecine à la nanosanté : vers un nouveau paradigme biomédical. S*ocio-anthropologie*, 29, 13-35.

Nurock, V. et Panissal, N. (2016). Teaching a care approach to Nanotechnologies. In DM. D. M. Bowman (Eds) *From Nanotechnologies to Emerging Technologies : Towards a Global Responsibility* (p. 125-137). Berlin : AKA Verlag.

Nussbaum, M. (2011). *Les émotions démocratiques. Comment former le citoyen du XXI*e *siècle ?* Paris, Flammarion.

Viallet, F. & Panissal, N. (2016). Ethique de la programmation : un dispositif expérimental mené dans un IUT d'informatique. Dire, 8, 1-18.

Panissal, N. (2014). Le débat sur des QSV : un outil pour une éducation post-moderne. *Revue francophone du développement durable,* 4, p. 34-47.

Panissal. N., Brossais, E., Vieu, C. (2010). Les nanotechnologies au lycée, une ingénierie d'éducation citoyenne des sciences : compte-rendu d'innovation. *Recherches en didactique des sciences et des technologies*, 1, 319-338.

Ricœur, P. (2004). *Les trois niveaux du jugement médical. Le Discours bioéthique*. Paris : Cerf.

Rumpala, Y. (2015). Science-fiction, spéculations écologiques et éthique du futur. *Revue française d'éthique appliquée*, 2, 74-89.

Tozzi M. (2007). Enseigner la problématisation, ou plutôt apprendre à problématiser ? *Diotime*, 35. http ://www.educ-revues.fr/Diotime/AffichageDocument.aspx ?iddoc=32867.

Tronto, J. (2013). *Caring Democracy : Markets, Equality, and Justice*. New York : New York University Press.

UNESCO (2008). *Nanotechnologies, éthique et politique*. Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture, Collection Ethiques. Paris : Edition Unesco.

Vallancien, G. (2015). *La médecine sans médecin ? Le numérique au service du mala*de. Paris, Gallimard.