

## **Débattre sur une question en rapport avec les nanotechnologies et la société au lycée : pour une approche didactique.**

**Nathalie Panissal**

**Pascal Dupont**

OCTOGONE-LORDAT EA 4156 ; GRIDIFE, ERT64  
Université de Toulouse ; UTM-Le Mirail

---

### **Introduction**

Les nanotechnologies sont devenues l'un des domaines de la recherche qui a connu une des plus fortes croissances au cours de ces dernières années. Partout dans le monde, des tentatives sont menées afin de proposer des scénarios didactiques d'enseignement des nanotechnologies dès l'école primaire. Compte tenu de l'avancée rapide des nanotechnologies et de leurs controverses de nombreuses questions vont pourtant émerger dans tous les domaines : technologiques, économiques, environnementaux, santé, éducation, éthique, morale et philosophique (Bensaude-Vincent, 2009). Il apparaît essentiel d'étudier les conditions d'enseignement des nanotechnologies auprès de lycéens en intégrant deux dimensions : l'une scientifique, l'autre sociale et éthique.

Nos travaux se situent dans le courant de recherche en didactique des sciences qui prend en compte les interactions Sciences – Technologies - Société et plus particulièrement les SSI, (Socio Scientific Issues). Il s'agit d'étudier des dilemmes sociaux inhérents à certains champs scientifiques face aux avancées des sciences et technologies. Les sciences et les technologies sont des artéfacts et sont ainsi sujets à critiques parmi lesquelles les questions de pouvoir et d'inégalités potentielles doivent être étudiées. La mise en débat d'une question est envisagée comme une solution adaptée pour aborder les SSI (Sadler, 2004). Le débat argumenté dans le cadre de l'enseignement des sciences semble être un outil pédagogique adapté pour aborder avec les élèves les rapports entre recherche scientifiques et questions sociétales. Cependant, cette activité est complexe et difficile à mettre en œuvre.

Le plus souvent le fonctionnement des échanges langagiers dans la classe ne fait pas forcément l'objet d'une attention particulière de l'enseignant, comme s'il était une évidence. Les moments de débats, alternant à l'aveugle entre le débat d'opinion et les échanges langagiers ordinaires, peuvent être pourtant particulièrement ambigus quant à la position de l'enseignant et source de malentendus pour les élèves lorsque « le cadrage » est faible (Bautier & Rayou, 2009) et que la nature elle-même du débat n'est pas explicitement définie. Pour que le débat puisse avoir lieu deux conditions sont au moins nécessaires :

- Les locuteurs ont besoin de se mouvoir dans différents univers de connaissances et de croyances et de les partager afin de construire un horizon d'attente
- Ils ont également besoin de maîtriser les usages scolaires du langage par rapport aux échanges extrascolaires, des manières de « penser-agir, parler ».

Le philosophe Cassirer (1942/1991) expose le concept de *monde commun* pour éclairer les modalités de formation des références partagées et le rôle du langage<sup>1</sup>. Netchine-Grynberg & Netchine (1999), de leur côté, ont souligné les liens de ce concept avec les travaux de Vygotski et de Wallon : *les mondes communs* « brisent l'isolement individuel par la constitution de significations partagées, de références communes [...] dans le champ de la culture et de l'intersubjectivité ». Les mondes ne s'appliquent non pas à un discours dans son entier mais à des portions du discours, qui conditionnent sa construction et son interprétation. Aussi, ce n'est pas tant dénombrer les mondes en présence et quantifier leur représentativité dans le débat qui importe, bien que ce soit une étape essentielle pour évaluer le dispositif et décrire les échanges, mais d'essayer de saisir pourquoi ils se juxtaposent simplement avec leur logique propre ou au contraire sont approfondis par l'imbrication de plusieurs énoncés consécutifs des élèves.

Bien que ce ne soit pas notre objet principal, nous aborderons en conclusion, le rôle du genre, forme socio-discursive conventionnelle en tant qu'outil qui permet à la fois de reconnaître des discours et de les produire (Dolz & Schneuwly, 1998) et du modèle implicite de genre scolaire qui sous-tend ce débat.

## **Méthodologie**

### Contexte de l'étude

L'intégration de l'enseignement des nanotechnologies dans une classe de terminale scientifique d'un lycée toulousain constitue une innovation pédagogique qui s'efforce de lier l'enseignement de savoirs issus des nanotechnologies et les questions éthiques et sociales liées aux nanotechnologies. Après avoir assisté à des cours sur les nanotechnologies, conçu en travaux pratiques un dispositif de biodétection nanométrique, les élèves réalisent un débat argumenté. Ce débat est inclus dans un protocole de préparation visant à créer un contexte discursif et mettre en place une culture commune. Cette préparation comprend un dossier documentaire de dix pages au sein duquel ont été regroupés des textes sur les controverses liées aux nanotechnologies comme des extraits des comités d'éthiques, des textes rédigés par des associations « anti » nanotechnologies, ou des textes évoquant les dangers des nanotechnologies notamment sur la toxicité, la radio identification. Les élèves rencontrent ensuite trois experts, un biologiste, un physicien, un éthicien<sup>2</sup>. Le dossier documentaire sert de support à une séance de préparation de la rencontre avec les experts animée par le professeur de philosophie de la classe, au cours de laquelle, les élèves doivent déterminer la question socialement vive sur laquelle ils choisissent de débattre et les questions à poser aux experts qu'ils vont rencontrer pour préparer leur débat. Une semaine après la rencontre avec les experts, les élèves réalisent le débat argumenté, l'objectif pour l'enseignant étant d'amener les élèves à défendre une position, pour ou contre, afin d'examiner une question sous différents angles sur le modèle d'un débat citoyen. Ce débat s'est déroulé lors d'une séance d'ECJS (éducation civique, juridique, et sociale) d'une durée d'une heure conduite par le professeur d'histoire-géographie de la classe. L'ensemble des interactions entre élèves a été enregistré en vidéo et intégralement retranscrit.

### Analyse du débat

Dans le cadre de cette communication, nous analysons le débat portant sur la question suivante : « Dispose-t-on d'une maîtrise suffisante des nanotechnologies pour modifier l'être humain et en a-t-on le droit ? » L'analyse du corpus est conduite selon la structuration suivante : dans un premier temps, nous dégagons les mondes communs en présence auxquels font références les élèves pour situer leurs arguments, puis nous qualifions les objets relatifs à chaque monde, ce qui nous permet d'obtenir un classement des énoncés produits par les élèves. La catégorisation des mondes et l'extraction des objets relatifs aux mondes sont réalisées selon une analyse de contenus (Bardin,

<sup>1</sup>« Nous pouvons dire que le langage est le premier *monde commun* dans lequel entre l'individu, et que l'intuition d'une réalité objective n'est accessible que par sa médiation » p.91

<sup>2</sup>Néologisme qui désigne un expert en sciences humaines ou en biomédecine

1998). L'analyse de contenu est « un ensemble de techniques d'analyse » visant à inférer des indicateurs concernant les énoncés produits, l'énoncé<sup>3</sup> étant défini comme l'unité pragmatique minimale de l'échange verbal qui entretient des rapports avec l'unité interactionnelle globale qu'est le débat.

L'analyse de contenu porte sur le discours produit dans la situation de communication, ici le débat. L'objectivité de l'énoncé (pertinence de l'énoncé pour le récepteur) est liée à sa nature sociale, il véhicule des significations pertinentes pour un groupe donné. Ainsi, la genèse et la structure des mondes communs correspondent à « une trame composite » individuellement, culturellement et diversement tissée. (Netchine-Grynberg & Netchine, 1999). Ce tissage provient de la culture (de la société), des disciplines scolaires en vigueur dans la filière (terminale scientifique), ainsi que du dispositif didactique spécifique mis en place lors de cette innovation pédagogique.

Tout échange en classe comprend une dimension argumentative d'autant plus dans le cadre d'un débat. Nous mettons ici à jour la dynamique des échanges à travers les différents modes de réalisation des arguments des élèves dans leurs énoncés. Selon Dolz et Schneuwly, argumenter pour défendre une position « signifie fournir des raisons, des arguments de nature verbale qui soutiennent, justifient, expliquent cette position ». Nous distinguons deux modes de réalisation des arguments qui peuvent se combiner dans un même énoncé. Premièrement, le mode de la confrontation, les arguments indiquent une position d'accord avec une reformulation, l'élève reprend selon ses propres mots les arguments venant d'être énoncés ; ou témoignent d'une position de désaccord qui prend la forme d'une réfutation. Deuxièmement, le mode du nourrissage, les nouveaux arguments interrogent les mondes ou en ouvrent de nouveaux.

A partir de ces analyses, nous mettons à jour la dynamique du débat à travers le mouvement des mondes, la façon dont les élèves s'en emparent et les modes de réalisation de l'argumentation qui permettent une progression des échanges.

## Résultats

### Analyse quantitative et qualitative des mondes dans le débat

La durée totale des énoncés était limitée à 50 minutes correspondant à la durée du cours d'ECJS. 126 énoncés ont été produits, soit 97 énoncés produits par les élèves et 29 énoncés produits par l'enseignant. Sur les 29 interventions de l'enseignant, 23 sont consacrées à la distribution de la prise de parole des élèves, 3 sont destinées à recentrer les échanges sur la question initiale. On compte également une demande de précision, une demande d'exemple et une reformulation pour vérifier sa compréhension de ce qui vient d'être dit.

### *Les mondes en présence dans le débat*

Dans le cadre d'une approche qualitative, les énoncés produits par les élèves dans le débat sont soumis à une analyse de contenus (Bardin, 1998). Après une analyse individuelle des énoncés par les deux chercheurs et une confrontation de nos interprétations, nous extrayons les mondes en présence dans le débat en lien avec notre question de recherche.

Domaine des nanotechnologies					
Mondes en présence	Objets considérés	VA	%	Total mondes	%mondes
Connaissance-	Risques et toxicités	15	14,3	31	29,5

<sup>3</sup>« Nous parlons par énoncés et non par propositions isolées et, encore moins, bien entendu, par mots isolés ». (Bakhtine, 1984)

expérimentation					
	Médecine	16	15,2		
Ethique	Corps humain : réparation/ amélioration	28	26,7	57	54,3
	Bénéfice/risque	10	9,5		
	Liberté/droit	5	4,8		
	Principe de précaution	14	13,3		
Economique	Circuit commercial	4	3,8	17	16,2
	Inégalité	13	12,4		
Total		105			

Tableau 1: énoncés des élèves en fonction des mondes, objets considérés.

L'analyse de contenu nous a permis de mettre en évidence trois mondes en présence : connaissance-expérimentation (29,5 %), éthique (54,3 %), économique (16,2 %). La représentation des différents mondes détaillés selon leur objet dans le débat illustrent à la fois l'empan des ressources dont ont pu disposer les élèves et les choix qu'ils ont effectués. Le rôle de la mise en place d'un protocole de préparation apparaît clairement dans la constitution d'un savoir partagé et la construction d'une culture commune. La sélection des mondes et des objets opérée par la classe est d'autre part un indicateur de l'orientation donnée au débat en fonction de ce dont on parle, de ce que l'on en dit, et de ce qui est visé, par l'enseignant (ses objectifs pédagogiques) et par les élèves (la tâche à accomplir au cours du débat).

Nous constatons que le monde le plus représenté dans les énoncés des élèves est celui de l'éthique témoignant d'une influence de la question choisie par les élèves pour le débat, puisque cette dernière les incite à s'interroger sur la déontologie des comportements sociaux en lien avec le fait que les nanotechnologies permettent d'améliorer le corps humain. Les énoncés des élèves répartis selon les objets : réparation amélioration, bénéfices/risques, liberté/droit, principe de précaution couvrent d'ailleurs une part non négligeable des préoccupations éthiques actuelles. La question éthique est en effet intrinsèquement liée aux nanotechnologies qui du fait de la convergence des technologies de l'information et de la communication, les biotechnologies, les sciences et technologies cognitives ouvrent un champ immense où l'homme va devoir poser des normes. Cette

question éthique était fortement relayée par le dossier documentaire distribué aux élèves dans lequel figuraient des rapports éthiques mais également par l'intervention d'un éthicien et la collaboration avec le professeur de philosophie de la classe lors de la préparation du débat. Le second monde est celui de la connaissance/expérimentation décliné selon les objets : risques/toxicité et médecine. La bonne représentation de ce monde dans les énoncés des élèves vient du fait que les chercheurs intervenant en cours sont issus d'une équipe de recherche en nano-médecine impliquée dans la réalisation de nano-puce de biodétection de maladies comme le cancer, nano-puce que les élèves vont d'ailleurs réaliser lors d'une séance de travaux pratiques. Enfin, le troisième monde, le moins représenté, est le monde économique. Ce domaine n'a pas été présenté dans le dossier documentaire ni traité par les experts, en revanche il a été détaillé par le professeur d'histoire géographie de la classe lorsqu'il a traité de la partie du programme sur la mondialisation et les échanges internationaux.

#### Les mondes en présence dans les énoncés des élèves

12 élèves sur un groupe classe de 16 ont pris la parole. Comme toujours dans ce type de situation le nombre de prises de paroles par élèves est très inégal. Un énoncé d'élève peut concerner deux mondes voire trois, dans ce cas l'énoncé a été comptabilisé dans chaque monde considéré.

	<b>Monde connaissance/ expérimentation</b>	<b>Monde éthique</b>	<b>Monde économique</b>	<b>Total</b>
Benjamin	5	-	1	6
Claude	6	8	1	15
José	-	10	-	10
Lucas	1	-	2	3
Nadine	2	3	1	6
Nathan	4	9	4	17
Octave	3	-	-	3
Patricia	4	7	2	13
Serge	2	8	3	13
Timotheé	2	8	2	12
Théodore	1	2	1	4
Valentin	1	1	-	2

Tableau 2: Nombre d'énoncés en fonction du monde

Il n'y a pas forcément de corrélation entre la quantité d'énoncés produit par un élève et l'ancrage de ses prises de position dans les différents mondes. La majorité des élèves rattachent leurs énoncés à l'ensemble des mondes considérés. Pour prendre position dans le débat certains élèves investissent exclusivement un monde (José, Octave), d'autres en privilégient plus particulièrement un (Timotheé, Claude, etc.).

#### La dynamique des échanges

##### *A un niveau global*

Sur l'ensemble du débat, on constate une évolution dans la présentification des mondes notamment au début et à la fin du corpus.

Dans une première partie des échanges (phase d'appropriation de la question du débat) un à trois énoncés juxtaposés sont produits dans chacun des mondes répertoriés et équitablement répartis dans chacun d'entre eux. Cette diversité est à mettre en relation avec une première tâche du débat à visée exploratoire. Elle permet aux élèves d'ancrer leurs énoncés dans les différents mondes pour les approfondir.

Dans la dernière partie des échanges, la pluralité des mondes se raréfie. Jusqu'à 17 énoncés consécutifs sont produits dans un même monde. Cette unification des mondes de référence des élèves correspond à une seconde tâche du débat : mettre à l'épreuve de la réflexion des interactants des propositions afin de construire une opinion et conduire à une centration sur l'un des objets d'un monde que les élèves vont approfondir. Cet approfondissement permet d'imbriquer les énoncés et de tisser des liens autour d'une même idée, il porte le plus souvent sur des valeurs et non des faits, sur une problématique bénéfices-risques et non pour-contre. Les trois mondes sont concernés par cet approfondissement. Le monde économique ne bénéficie que d'un seul approfondissement autour de l'objet des inégalités. Le monde connaissance-expérimentation comprend une phase d'approfondissement autour de l'objet de la toxicité des nanotechnologies, l'objet nano-médecine est quant à lui approfondi mais de manière plus hachée. Les énoncés des élèves dans ce monde sont le plus souvent entrecoupés par des énoncés issus du monde éthique amenant une réflexion en termes bénéfices-risques des applications de la nano-médecine. Enfin, le monde éthique est celui qui bénéficie du plus de plages de focalisation. L'objet de la modification-réparation du corps humain donne lieu à de nombreux échanges imbriqués au cours desquels les élèves débattent de la nécessité d'un contrôle des activités de recherche en lien avec les intérêts et les limites de la réparation d'un corps humain « défectueux » et l'ajout de nouvelles capacités dans une visée transhumaniste. L'objet liberté-droit permet également des échanges sur l'invasivité potentielle des nanotechnologies dans le corps du fait de leur petite taille et de la liberté de choix de tout un chacun à bénéficier de ces technologies ou non.

A un niveau local

	Confrontation		Enrichissement
	Réfutations	Reformulation	
Benjamin	4	2	0
Claude	2	3	5
José	4	2	4
Lucas	1	2	1
Nadine	1	2	2
Nathan	2	5	5
Octave	3	0	1
Patricia	2	7	3
Serge	2	2	7
Timothé	2	4	4
Théodore	0	1	0
Valentin	0	1	1
Total	23	31	33

Tableau 3: les modes de réalisation de l'argumentation.

On observe majoritairement des énoncés de confrontation (54), ce qui est attendu dans le type d'échanges qu'est le débat. L'enrichissement est surtout le fait des quelques élèves qui par ailleurs sont ceux qui participent le plus au débat (cf tableau n°2). Dans le cours du débat, ces différents modes de réalisation de l'argumentation s'articulent les uns aux autres.

Dans les énoncés de confrontation, on relève 31 reformulations de la part des élèves. Il s'agit d'hétéro ou d'auto reformulation qui marquent une position d'accord, d'appropriation des propos et permettent aux élèves de prendre place dans la gestion de l'interlocution. Ils s'intègrent ainsi à la communauté discursive: 24. Nathan: c'est sûr, il faut choisir les cas, c'est ce qu'elle dit ; 32. Timothé : je suis d'accord avec José.

On relève également 23 réfutations qui remettent en cause les affirmations précédentes et marquent un désaccord. Elles ont différentes fonctions : Soit elles signalent une absence de compréhension mutuelle. Il s'agit d'imposer un point de vue et de « gagner » l'argument non d'entrer dans un processus de co-construction des échanges. Soit elles servent de point d'appui à une réorientation de la réflexion en la focalisant sur un point précis du débat ou en considérant un objet à partir d'un nouveau monde. C'est le cas de José qui invite ses camarades à prendre en compte la dimension éthique de l'amélioration du corps humain. José 27: là il faut reprendre ta question là, ce qui est important c'est, a-t-on le droit?

Les enrichissements contribuent à nourrir le débat par l'apport de nouveaux arguments qui approfondissent les mondes ou les mettent en interrelation dans la mesure où ils permettent d'analyser un objet sous différents aspects mondains. On peut par exemple observer comment la question du transhumanisme fait l'objet d'une évaluation raisonnée dans les énoncés suivants : Serge 28 (...) comme le disait le chercheur l'autre jour quand on saura créer une cellule de toute part ; José 30 : (...) on peut modifier des choses pour les handicapés, mais on peu faire des soldats, imaginez les pays qui auront cette technologie. Serge 31 : ben justement c'est la domination. Cette dernière intervention ouvre le débat sur un monde jusque là non exploré, le monde économique. Les élèves vont ensuite interroger la problématique du fossé entre les pays riches et les pays pauvres puis faire une analogie avec le monde pharmaceutique et l'accès aux médicaments.

### **Conclusion**

Le débat en contexte scolaire est spécifié par le dispositif didactique dans lequel il prend sens (conception, organisation, effets attendus), par ses objectifs d'enseignements/apprentissages (langagiers, disciplinaires ou interdisciplinaires, citoyens), et sa visée (agonale, herméneutique ...)

Pour l'enseignant, le débat est donc un lieu problématique du point de vue de sa nature et de sa gestion. Ainsi, le débat mis ici en place par l'enseignant, de nature délibérative (pour ou contre), entre en conflit avec les finalités même de cette activité pédagogique : l'exploration spéculative des champs de controverses et des questions socio-éthiques liés aux nanotechnologies. Il s'agit de mettre en jeu les connaissances acquises au cours du dispositif et de les mettre à l'épreuve d'une pluridimensionnalité à la fois scientifique, éthique et économique (examiner une question à partir de différents points de vue). D'autre part, du fait de ses représentations du débat, à savoir faire parler et parler le moins possible, l'enseignant réduit ses médiations à une tâche de distribution de la parole. Il en suppose une pratique implicite de la part des élèves qui ne nécessite aucune orientation.

La perspective de développer l'enseignement des nanotechnologies au lycée dans toutes ces dimensions, dépend ainsi étroitement de la capacité à participer à des débats argumentés sur des questions socio-scientifiques. Une approche didactique du débat est un véritable enjeu pour l'enseignement des sciences qui suppose la construction et l'analyse de dispositifs didactiques spécifiques, un enseignement / apprentissage de la forme scolaire du genre du débat auprès des élèves, et une formation des enseignants à la gestion de ce contexte discursif. Pour une approche didactique.

### **Bibliographie**

- Bardin, L. (1998). *L'analyse de contenu*. Paris : PUF.
- Bautier, E & Rayou, P (2009). *Les inégalités d'apprentissages : programmes, pratiques et malentendus scolaires*. Paris, PUF.
- Bensaude-Vincent, B. (2009). *Les vertiges de la technoscience*. Paris : Editions La Découverte.
- Cassirer, E. (1942/1991). *Logique des sciences de la culture*. Paris. Le Cerf. p. 91.
- Dolz, J et Schneuwly, B (1998). *Pour un enseignement de l'oral. Initiation aux genres formels à*

*l'école* (pp 163-169). Paris : ESF.

Netchine-Grynberg, G & Netchine, S. (1999). Vygotski, Wallon et les “mondes communs”. Avec Vygotski. Sous la direction d'Yves Clot. La dispute. pp. 85-104

Sadler T.D., Chambers F.W. et Zeideler D.L. (2004). Student conceptualisations of the nature of science in response to a socioscientific issue. *International Journal of Science Education*, n° 26, p. 387-409.