

Préfiguration d'un protocole de débat lycéen sur des questions socio - scientifiques relatives au développement des neurosciences

*MOLINATTI Grégoire, professeur agrégé de sciences de la vie et de la terre, doctorant.
Equipe de recherche en muséologie et médiation des sciences, USM 702, MNHN (Paris); ERTé
Hippocampe (Marseille, France)*

Cette contribution présente une recherche en cours. Cette recherche interroge un protocole de débat dont l'objectif principal est de former des lycéens à argumenter sur des questions relatives aux implications sociales du développement des neurosciences. Nous proposons ici les pistes envisagées pour analyser ce type de procédure complexe. Dans un premier temps, la « raison sociale » de cette recherche est affirmée. L'importance et la diversité des enjeux de société soulevés par les développements récents des recherches en neurosciences sont présentées. La mise en débat est envisagée comme une solution adaptée pour aborder ce thème. La capacité à participer à des débats argumentés sur des questions socio - scientifiques est appréhendée comme un enjeu de formation. Dans un deuxième temps, nous développons le cadre dans lequel s'inscrit cette recherche. Il s'agit du champ de la médiation scientifique et technique qui interroge les procédures de participation des citoyens aux choix scientifiques et techniques. Nous empruntons également au champ de la didactique des sciences les outils qu'elle se donne pour analyser l'impact des débats sciences - société sur la qualité de l'argumentation des élèves. Nous présentons alors le protocole « expérimental » de discussions collectives mises en place au sein d'une structure de médiation scientifique et technique qui accueille des lycéens. Nous interrogeons essentiellement le rôle de l'intervention d'un expert scientifique dans cette procédure. Le corpus de recherche constitué, et en cours de constitution, est ensuite présenté. Les éléments d'analyse de ce corpus sont enfin discutés à la lumière des éléments déjà recueillis.

Enjeux sociaux actuels des recherches en neurosciences

Les neurosciences ont fait l'objet d'un important développement au cours des dernières décennies du XX^{ème} siècle. Parmi les avancées majeures de ce champ on compte l'identification d'homéogènes dont les patterns d'expression définissent, au cours de l'ontogenèse, les grandes lignes d'organisation du système nerveux. Par ailleurs, de nombreuses données ont été accumulées pour caractériser l'une des propriétés fondamentales du cerveau humain : sa plasticité structurale et fonctionnelle. Cette neuroplasticité se manifeste au cours du développement comme à l'âge adulte. Il en résulte un modèle complexe dit du « calendrier cérébral » qui rend compte de l'évolution des interactions entre le génome et l'environnement en ce qui concerne le déterminisme du développement et du fonctionnement cérébral¹. Enfin, les neurosciences proposent aujourd'hui des corrélations

¹ Pour une synthèse récente de la question, voir Changeux, 2003.

entre facultés cognitives et processus physiologiques cérébraux². Ce « rapprochement » entre psychologie et neurobiologie a largement bénéficié du développement de la neuroimagerie³.

L'émergence de préoccupations sociales associées au développement des neurosciences se traduit par l'apparition du néologisme « neuroethics » dans le vocabulaire contemporain anglo-saxon et par la tenue, en mai 2002, à San Francisco, d'une conférence intitulée « Neuroethics, mapping the field »⁴. On interroge aujourd'hui la non neutralité des concepts scientifiques et leurs utilisations dans la société. Concernant les neurosciences, on peut envisager un impact latent, non seulement sur la santé, mais également sur l'organisation du travail, de la société et sur l'imaginaire collectif. Les principales questions éthiques associées à la recherche en neurosciences et aux pratiques médicales, sont de différents ordres. Sans prétendre à être exhaustif, on peut interroger la question des conflits entre intérêts et / ou défense de la personnalité et intérêt et / ou défense de la société, la pratique de la psychochirurgie, les problèmes liés à la psychopharmacologie, l'utilisation de technologies neurocomportementales, les conséquences des neurotransplantations et de l'utilisation des cellules souches sur la viabilité et sur la personnalité des patients⁵. Nous retenons essentiellement les questions du libre arbitre et de l'individualité, envisagées sous le spectre du réductionnisme des états mentaux à des états cérébraux et à leurs déterminismes. Dans cette perspective, l'interaction entre neurosciences et génétique constitue une interrogation éthique majeure. Plus particulièrement, une « déconstruction » du déterminisme génétique strict semble aujourd'hui nécessaire. D'autant plus que la détermination de nombreux caractères par les gènes a acquis un statut social extrêmement prégnant auprès du grand public. Plusieurs auteurs, sociologues ou didacticiens, ont ainsi analysé l'appropriation sociale du déterminisme génétique des facultés mentales et les représentations dont il fait l'objet en milieu scolaire. (Clément, 1992 ; Clément et Forissier, 2000 ; Nelkin et Lindee, 1998)

A ce titre ces questions constituent ce qu'il est convenu d'appeler, en contexte de formation et à la suite de Alain Legardez et Yves Alpe, des questions regroupées sous le vocable de « questions socialement vives ». Ces questions font à la fois l'objet de débats relatifs aux savoirs savants de références dans la sphère scientifique, mais aussi dans la sphère sociale et médiatique ; ce qui leurs assure une large diffusion au sein de l'école. (Legardez et Alpe, 2001).

Cadre théorique

Notre étude se situe dans le courant de recherche muséologique et didactique qui envisage les interactions Sciences – Technologies - Société (STS). Que ce soit en situation formelle ou non formelle, ce courant s'interroge sur les conditions de formation des citoyens pour une participation aux choix scientifiques et techniques de société.

² C'est par exemple le cas de la découverte « historique » des « neurones miroirs » ou « systèmes d'empathie », élégamment mis en évidence chez le singe par l'équipe italienne du professeur Rizzolatti, puis généralisés chez l'homme (Rizzolatti & al., 1996).

³ Le caractère non invasif de cette dernière autorise une nouvelle approche du fonctionnement cérébral, hors pathologie.

⁴ Le rapport *Neuroethics, mapping the field*, conference proceedings, may 13-14,2002, San Francisco, California", est disponible en ligne sur <http://www.dana.org/books/press/neuroethics>. Les différentes contributions qui y sont proposées envisagent trois axes d'interrogations : celui de la politique sociale, celui des pratiques de recherche et enfin celui de la communication avec le public.

⁵ Des éclairages sur ces questions sont proposés notamment dans Farah, 2002 ; Bernard, 1996 et dans les travaux du Comité Consultatif National d'Éthique relatifs aux Neurosciences (dont les avis n°16, 23, 39 et 44).

Le tournant participatif actuel de la médiation scientifique et technique

Les musées et centres de culture scientifique et technique se sont, depuis plusieurs décennies, engagés à « mettre la science en culture et en débat » en plaçant le visiteur au centre du dispositif muséal (évaluations, interactivité...). Plus récemment, la recherche de nouvelles formes de débats relatifs aux relations sciences - société, appréhendés comme espace de négociation des représentations entre experts scientifiques, décideurs politiques, groupes d'intérêt, institutions de vulgarisation scientifique et publics, se développe. Cette démarche, qui se définit en rupture avec un transfert linéaire de connaissances des experts vers les profanes, s'inscrit dans la constitution d'un réel espace public scientifique au sens d'un « usage public de la raison ». (Rasse, 1999 ; Le Marec, 2001 ; Debard, Girault et Rasse, 1998) Cette tendance de la médiation scientifique et technique accompagne le développement de procédures participatives visant à associer les citoyens aux choix scientifiques et techniques. Ces procédures ont été initiées dans les années 1980 au Danemark sous la forme de conférences de consensus puis se sont diversifiées, avec des adaptations propres à chaque pays (Technology Assessment et Forums de discussion aux Etats Unis, Publiforum en Suisse, Conférences de citoyens en France, Panels de citoyens et Noyaux d'intervention participative en Allemagne...). (Joly et Assouline, 2001)

Des courants de recherche, essentiellement en sociologie des sciences et en sciences de l'information et de la communication, se sont développés autour de ces pratiques pragmatiques de débat public. Elles en ont pointé la complexité, les limites et certains écueils. (Sclove, 2003) Les risques d'instrumentalisation de ce type de procédure, comme c'est le cas de nombre de « débats » proposés dans les médias de masse, ont notamment été relevés. (Natali, 2001) Dans ce sens le débat est mobilisé pour légitimer, plus que pour élaborer, une prise de décision collective. Pour Alan Irwin cet écueil porte essentiellement sur l'élaboration des questions et la constitution de l'audience. (Irwin, 2001) Irwin critique également le transfert linéaire des connaissances depuis les experts vers les profanes (up to bottom) et remet en question le « déficit model »⁶ souvent à l'œuvre dans ce type de procédure. (Irwin et Wynne, 1996) Les membres de l'Office Parlementaire des Choix Scientifiques et Techniques qui ont eu à mener, en France, les conférences de citoyens, ont proposé d'appréhender ce type de débats comme des « système ayant des capacités d'apprentissage collectif » issues de la confrontation de points de vue différents. (Les cahiers de JERICOst, 1998-200)

La pratique du débat comme dispositif de formation à l'argumentation

L'enseignement des Sciences de la Vie et de la Terre, parce qu'il aborde de nombreuses questions socialement vives (OGM et biotechnologies, clonage, substances psychoactives, cellules souches...), ne peut rester en marge d'une réflexion sur ses pratiques et sur sa spécificité disciplinaire. Cette réflexion a été engagée depuis une dizaine d'années.

Dans un premier temps, des études ont abordé l'utilisation de débats scientifiques dans les enseignements. Cette démarche s'apparente à une transposition du processus de validation des résultats soumis à la critique des pairs, au sein de la communauté scientifique. Elle vise à développer plus une culture de recherche et de réflexion qu'une culture de résultats. (Orange, 2003 ; Joshua et Dupin, 1989) La pratique des débats argumentés a également fait l'objet d'expériences pédagogiques et de réflexions dans le cadre de l'éducation à la citoyenneté. De nombreuses propriétés de ce type de procédures ont été étudiées : place de l'enseignant, « contractualité » préalable au débat, argumentation versus persuasion, argumentation heuristique versus argumentation polémique...⁷ Dans un deuxième temps, des recherches en

⁶ Ce modèle se focalise sur les déficits de compréhension du panel de profanes plutôt que sur les représentations qu'ils se font des institutions scientifiques par exemple.

⁷ Voir à ce sujet *Les cahiers pédagogiques*, n°401, février 2002, dossier « Débattre en classe ».

didactique ont été menées, relativement aux débats portant sur les implications sociales des sciences. Des études anglo-saxonnes ont ainsi abordé la question de l'enseignement des questions bioéthiques dans le cadre d'un apprentissage en collaboration (« collaborative learning »). Ce sont essentiellement les théories sur lesquelles repose une prise de décision éthique qui sont envisagées. Ainsi l'approche téléologique - qui vise à s'intéresser aux conséquences d'une prise de décision - semble plus fructueuse, en terme de débat, que l'approche déontologique - basé sur l'idée qu'une action peut être moralement bonne ou mauvaise au-delà de ces conséquences. (Johansen et Harris, 2000 ; Anderson, 1998) Il semble, à cet égard, essentiel de préciser la distinction importante à opérer, à la suite d'Alain Beitone, entre débat scientifique et débat sur une question socialement vive. (Beitone, 2004) Car même si ces situations d'apprentissages peuvent mobiliser des compétences communes (argumentation, communication rationnelle...), leurs objectifs n'en sont pas moins différents (formulation d'énoncés vrais et réfutables pour l'une, recherche d'une justesse politique et éthique pour l'autre). Si cette distinction proposée par Habermas n'est pas clairement identifiée, on risque d'introduire une confusion entre justesse et vérité, entre discours de type normatif et discours de type positif. Les écueils évidents qui en découlent sont le développement de discours scientistes ou à l'inverse de discours relativistes⁸.

En France, les travaux de Laurence Simonneaux abordent la formation aux débats dans une perspective socioconstructiviste. (Simonneaux, 1999, 2001, 2003) Les questions socialement les plus « vives » concernent le domaine des biotechnologies et celui de l'environnement, du fait de la situation d'incertitude scientifique, des risques plus ou moins imminents et d'un traitement médiatique important. Ces travaux ont largement nourri notre réflexion quant à la mise en œuvre pragmatique de situations de débat en classe. Ils ont établi l'intérêt de discussions collectives sur la qualité de l'argumentation des élèves, tout en pointant l'influence de certains facteurs sociaux. A la suite de Laurence Simonneaux, nous identifions la nécessité « *de former des personnes qui, informées sur les méthodes de recherche, sur leurs applications et éventuelles répercussions, soient capables de prendre des décisions argumentées lorsque les faits sont incertains et de participer aux débats* ». (Simonneaux, 2003, p1) Nous devons préciser que la pratique pédagogique du débat argumenté, en classe ou dans le cadre d'une structure de médiation scientifique et technique, vise également à travailler avec les élèves sur les compétences relatives aux règles et aux exigences de ces procédures.

Intérêt d'une approche épistémologique des déterminismes du développement et du fonctionnement cérébral

A la suite de Jean Marc Levy-Leblond, nous défendons l'intérêt, pour « mettre la science en culture », d'une mise en perspective historique de l'activité scientifique. (Levy-Leblond, 1996) Or, Nicole Hulin rappelle que, si l'enseignement de l'histoire des sciences a fini par intégrer nos directives officielles, elle reste marginale, faute d'une réelle formation des enseignants. (Hulin, 1998) Nous défendons la nécessité d'un enseignement des sciences de la vie qui se ferait en écho avec les enseignements de philosophie et de sciences humaines. D'autant que les implications sociales des questions qui nous intéressent (questions éthiques, de santé, importance des concepts de normalité et de normativité dans l'individuation cérébrale...) sont fortes. C'est pourquoi un travail antérieur a été mené concernant l'épistémologique des déterminismes en neurosciences et particulièrement du concept de neuroplasticité. Cette approche, non développée dans le cadre de cet article, donne également des éléments d'analyse des situations de débats relatives aux implications sociales des neurosciences. Cela semble d'autant plus important que les situations de débats proposées

⁸ Alain Beitone rappelle également que « *La classe n'est ni le lieu de recherche d'un consensus sur des valeurs qui divisent la société, ni le lieu de la décision politique.* » (Beitone, A. 2004, p 11).

laissent une large place à l'expertise scientifique. Au sein du cadre de réflexion qui vient d'être présenté, la recherche que nous menons interroge essentiellement l'impact des conditions de l'expertise sur l'argumentation des élèves. Dans une situation où les élèves bénéficient de l'intervention d'un expert scientifique, nous nous proposons d'évaluer l'impact de la participation d'un intervenant non scientifique. Nous faisons l'hypothèse qu'une « double expertise » permet d'approfondir la formation à l'argumentation en favorisant la contextualisation des questions socio - scientifiques abordées. Nous interrogeons également les éléments d'analyse de ces débats au regard de leur impact sur la qualité de l'argumentation des élèves et du statut des arguments proposés par les experts scientifiques.

Méthodologie

Nous nous appuyons sur un protocole de débat proposé au sein de la structure de médiation scientifique Hippocampe⁹. Le protocole « expérimental » a été élaboré pour permettre d'évaluer la qualité de l'argumentation des élèves dans différentes conditions d'interaction avec des experts. Le temps des débats se décompose en trois sessions d'une heure chacune, réparties sur les trois jours (J1, J2, J3) de présence des élèves dans le laboratoire. Deux groupes de débats comprenant chacun une quinzaine d'élèves sont constitués. Lors de la première session (J1), chaque groupe de discussion définit collectivement une question de débat qui semble légitime pour l'ensemble des participants relativement au thème « cellule souches et réparation du système nerveux »¹⁰. Ce thème a été simplement précisé aux élèves deux à trois semaines avant leur venue au centre, avec pour seule consigne de se documenter. Après avoir présenté le protocole de débat, le modérateur demande alors aux élèves de formaliser individuellement ses opinions relatives à la question qui a été arrêtée (pré test). Dans chaque groupe, une discussion collective permet aux élèves d'identifier des domaines d'expertise nécessaires et de préparer des questions à poser aux experts. La seconde session de débat (J2) correspond à une interaction avec des experts. Les experts sont convoqués pour répondre à des questions précises de manière à éclairer les réflexions des élèves et non pour faire un exposé ou une conférence magistrale. Le premier groupe de discussion (groupe témoin) rencontre un expert scientifique choisis dans le domaine de la neurogenèse. Le second groupe de discussion (groupe expérimental contextualisé) rencontre également un expert scientifique mais aussi un responsable d'association de malades, lui-même atteint de la maladie de Parkinson. La troisième et dernière session de débat (J3) fait l'objet, pour le groupe témoin comme pour le groupe contextualisé, d'une discussion collective éclairée, encadrée par un modérateur. A l'issue de cette interaction, il est demandé aux élèves de formaliser individuellement leurs opinions concernant l'utilisation des cellules souches embryonnaires en recherche fondamentale d'une part et en contexte thérapeutique d'autre part (post-test). De manière à prendre en compte spécifiquement les caractéristiques psychosociales des adolescents, au premier rang desquelles la nécessité d'une valorisation de leurs travaux, il est également demandé aux adolescents de rédiger un document de synthèse

⁹ Hippocampe est une association créée en 2001 à Marseille sous la présidence de Constance Hammond, directrice de recherche à l'INSERM. Hippocampe est un laboratoire spécialement conçu pour accueillir des élèves de l'enseignement secondaire en stage pendant trois jours. Les élèves réalisent, sur des thèmes de biologie variés (procréation, immunologie, génétique, neurosciences) des expériences dérivées de la recherche actuelle, utilisant des techniques non envisageables dans le cadre scolaire, et conformes aux programmes officiels d'enseignement. Toutes les expériences proposées ont été conçues et sont encadrées par des chercheurs appartenant aux organismes de recherche régionaux et nationaux.

¹⁰ Le thème de débat a été choisi parce qu'il présente, un intérêt social (dimension éthique et/ou de santé publique), un intérêt cognitif et didactique (acquisition de nouvelles connaissances) et un intérêt psychologique pour les adolescents (préoccupations personnelles).

communicable (mise en ligne). Ce travail est coordonné, de retour dans l'établissement scolaire par l'enseignant en collaboration avec deux adolescents rapporteurs qui ont été désignés en début de débat. L'ensemble des discussions est enregistré sur support audio vidéo après recueil du consentement de l'ensemble des participants. Quatre protocoles de ce type sont programmés. Un protocole a eu lieu à ce jour, il est en cours de retranscription.

Eléments d'analyse identifiés et premiers résultats obtenus

Le corpus sur lequel nous nous appuyons correspond à des débats organisés avec une classe de première S d'un lycée des Bouches du Rhône. Nous ne présentons donc ici que les pistes d'analyse de ce corpus et les premiers éléments d'exploitation qui émergent. Il est donc hors de propos d'anticiper sur une analyse plus fine et encore moins de généraliser les observations faites dans le cadre de ce travail.

Eléments d'analyse de l'impact du protocole de débat proposé sur la qualité de l'argumentation des élèves.

Un premier niveau d'analyse concerne les caractéristiques de la production des discours dans le cadre des débats sciences – société organisés par la structure de médiation scientifique Hippocampe (contexte institutionnel, enjeux, caractéristiques psychosociales et « scolaires » des participants...). L'analyse du corpus de débat recueilli s'oriente vers l'étude de la macrostructure des interactions verbales (dénombrement des interventions, temps de parole, thématiques débattues...). Les premiers éléments d'analyse font apparaître la nécessité de veiller à la constitution de groupes de débats homogènes pour permettre une comparaison afin d'éviter les comportements de « leader » par exemple. Il semble par ailleurs nécessaire de développer des stratégies qui permettent aux élèves « discrets » de participer aux débats.

Une analyse plus fine des interactions verbales et plus particulièrement de l'argumentation des élèves doit faire émerger le type d'arguments utilisés ainsi que la validité de ces arguments. Nous nous appuyons pour cela sur les théories de l'argumentation. (Toulmin, 1958 ; Breton, 1998) Dans cette perspective, des marques énonciatives seront repérées dans les discours produits. L'évolution de la qualité de l'argumentation sera évaluée, pour chaque groupe, en comparant la formalisation des opinions au cours du pré test et au cours du post test. Par ailleurs les « trajectoires » argumentatives de chaque participant seront relevées. (Osborne, 1997 ; Simonneaux, 2003) De ce point de vue, il semble, qu'en première analyse, le protocole de débat choisi, et particulièrement l'intervention d'experts, permet aux élèves d'approfondir leur argumentation. C'est essentiellement en ce qui concerne les connaissances scientifiques (nature et propriétés des cellules souches, propriétés de neuroplasticité du système nerveux...) que les élèves ont mis à profit le protocole proposé. Ces premiers résultats semblent pointer l'une des difficultés du protocole proposé dans le cadre du stage Hippocampe. Il semble que les élèves se focalisent, lors de la discussion collective finale, sur des aspects scientifiques, plus que sur des aspects sociaux ou éthiques. La comparaison de la qualité de l'argumentation entre le groupe témoin et le groupe expérimental contextualisé devrait permettre de savoir si l'intervention d'un malade atteint d'une maladie neurodégénérative permet de dépasser cet obstacle.

Eléments d'analyse des arguments proposés par les experts scientifiques et de leur mobilisation par les lycéens

Le protocole de débat proposé offre une place importante à une l'intervention d'experts scientifiques convoqués pour répondre aux questions des élèves. L'analyse épistémologique

de la recherche de déterminismes en neurosciences a permis de mettre l'accent sur la propension avec laquelle ce champ de la connaissance se prête au développement d'« idéologies scientifiques ». Nous avons par exemple rendu compte de la forte implication sociale de l'innéisme génétique qui, relayant le spiritualisme, rencontre, à l'aube du XX^{ème} siècle, l'adhésion d'une bonne partie des physiologistes, des psychologues, des éthologistes et des généticiens. Le sujet qui nous intéresse est donc à la fois contraint par les représentations sociales et les nourrie en retour.¹¹ Nous avons également montré qu'au cours de l'histoire, les positions environmentalistes et innéistes se sont alternées et ont parfois coexisté¹². Il s'agit donc d'analyser, dans ce sens les arguments proposés par les experts scientifiques. Nous envisageons également d'analyser leur mobilisation par les élèves au cours de la discussion collective qui fait suite à l'interaction experts – lycéens. Nous reprendrons pour cela les critères proposés par Georges Canguilhem pour caractériser une idéologie scientifique : le déplacement du champ de l'expertise, la légitimation scientifique d'une croyance et les relations de filiation historique entre idéologie et connaissance scientifique¹³. De ce point de vue, les analyses déjà entreprises sur le corpus existant font apparaître une grande diversité dans le positionnement des experts.

Conclusion

Le corpus recueilli étant en cours d'analyse, il ne s'agit pas ici de conclure quant à la validité des hypothèses testées. Nous rappelons également qu'il s'agit d'une simple « étude de cas » à caractère expérimental. Si le débat argumenté apparaît comme un dispositif pédagogique adapté pour aborder les implications sociales des recherches en sciences, il semble indéniable que cette procédure complexe est difficile à mettre en œuvre et à évaluer. Pour autant, l'initiative présentée propose une nouvelle forme de coopération entre le monde de la recherche et celui de l'enseignement. Les chercheurs sont amenés à repenser leur rapport à la vulgarisation scientifique, de manière à donner aux lycéens les connaissances nécessaires à une réflexion autonome. La formation des jeunes citoyens à des procédures participatives relatives aux choix scientifiques et techniques doit retenir notre intérêt. C'est à la fois un enjeu citoyen majeur pour l'école et, dans le contexte actuel d'une désaffection pour les filières scientifiques, un enjeu de continuité pour le monde de la recherche.

Bibliographie

- ANDERSON Rodney P., 1998, « Collaborative learning in biology ». The american biology teacher, vol. 62, n°3, pp 202-205.
- BEITONE Alain, 2004, « Enseigner des questions socialement vives. Note sur quelques confusions. » Contribution présentée à la 7ème biennale de l'éducation et de la formation (Lyon 15 avril 2004).
- BERNARD Jean, 1996, La bioéthique, Paris, Flammarion, coll. Dominos n°15.
- BRETON Philippe, 1998, L'argumentation dans la communication. Alger. Casbah éditions.

¹¹ François Jacob souligne cette influence réciproque et précise, en ce qui concerne les neurosciences, que « *Le cerveau humain a un tel besoin d'unité et de cohérence que toute théorie de quelque importance risque d'être utilisée de manière abusive et de dériver vers le mythe* » (Jacob, 1981, p 44).

¹² Ainsi par exemple, quand l'éthologie animale opère avec le béhaviorisme, un retournement du rapport entre l'organisme et son milieu, la révolution génétique réaffirme l'autonomie du vivant par rapport au milieu.

¹³ G. Canguilhem pointe trois caractéristiques des idéologies scientifiques : le déplacement du champ de l'expertise, les antériorités réciproques entre idéologies et connaissances scientifiques, leur caractère de « croyance légitimée ». (Canguilhem, 1977, p 44)

- CHANGEUX Jean Pierre (dir.), 2003, Gènes et culture, Symposium annuel, Collège de France, Paris, Jacob.
- CLEMENT Pierre, 1992, “ La difficile évolution des conceptions sur les rapports entre cerveau, idées et âme “, in Giordan A., Représentations, conceptions, connaissances, Berne, Peter Lang, pp 73-90.
- DEBARD Cécile, GIRAULT Yves et RASSE Paul, 1998, “ Diffuser ou débattre : réflexions sur la médiation muséale des problèmes environnementaux “, in GIRAULT Y. (coord.) Des expositions scientifiques à l’action culturelle, des collections pour quoi faire ? Actes de colloque, Muséum National d’Histoire Naturelle, Paris, Grande galerie de l’Evolution, pp 249-259.
- FARAH Martha J., 2002, “Emerging ethical issues in neuroscience”, Nature neuroscience vol 5 n°11, pp 1123-1129.
- HERVE Christian (coord.), 1992, “ Médecine, biologie, quelles questions sur l’éthique aujourd’hui ? “, Actes de la journée d’éthique médicale (29 novembre 1989), Paris, L’Harmattan.
- HULIN Nicole, 1998, “ Histoire des Sciences, Histoire de l’enseignement scientifique et formation des enseignants “, Bulletin de la société française de philosophie n°116, octobre, pp 9-22.
- IRWIN Alan and WYNNE Bryne (Eds), 1996, Misunderstanding Science ? The public reconstruction of science and technology, Cambridge, Cambridge University Press.
- IRWIN Alan, 2001, “Constructing the scientific citizen: science and democracy in the biosciences”, Public Understanding of Science, vol.10, n°1.
- JACOB François, 1981, Le jeu des possibles, Essai sur la diversité du vivant, Paris, Fayard.
- JOHANSEN Carol K., HARRIS David .E, 2000, “Teaching the ethics of biology”. Teaching the ethics of biology », The american biology teacher, vol. 62, n°5, pp 352-358.
- JOLY Pierre, ASSOULINE Gérard (Eds), 2001, “Assessing Debate And Participative Technology Assessment in Europe, Final report”, Grenoble, INRA; QAP Decision.
- JOSHUA Samuel et DUPIN Jean, 1989. Représentations et modélisations, Berne, Peter Lang.
- Office Parlementaire de choix Scientifiques et Techniques, 2000. Les cahiers de JERICOST, 1998-2000. Méthodes et conduites du débat public, IUT de Tours.
- LEGARDEZ Alain et ALPE Yves, 2001, “ La construction des objets d’enseignements scolaires sur des questions socialement vives : problématisation, stratégies didactiques et circulations des savoirs “, 4è congrès AECSE Actualité de la recherche en éducation et formation (Lille, 5-8 sept 2001).
- LE MAREC Joëlle, 2001, “ Le musée à l’épreuve des thèmes sciences et société : les visiteurs en public “, Quaderni, n°46, pp. 105-122, Paris, Hiver 2001-2002.
- LEVY-LEBLOND Jean Marc, 1996, La pierre de touche, la science à l’épreuve, Paris, Gallimard.
- NATALI Jean Paul, 2001, “ Le développement des conférences, colloques, débats dans les centres de culture scientifique “, Quaderni, n°46, pp. 163-177, Paris, Hiver 2001-2002.
- NELKIN Dorothy et LINDEE Susan, 1998, La mystique de l’ADN, pourquoi sommes nous fascinés par le gène ?, Paris, Belin débats.
- ORANGE Christian, 2003. “ Débat scientifique dans la classe, Problématisation et argumentation : le cas d’un débat au cours moyen “, Aster, n°37, pp 83-107.
- OSBORNE Jonathan, ERDURAN Sibel, SIMON S, MONK Martin, 2001, “Enhancing the quality of argument in school science”, School Science Review, 82, 301, pp 63-70.
- RASSE Paul, 1999, Les musées à la lumière de l’espace public, Paris, L’Harmattan.
- RIZZOLATI Giacomo, FADIGA Luciano, GALLESE Vittorio, FOGASSI Leonardo, 1996. “Premotor cortex and the recognition of motor actions”. Cognitive Brain Research, 3, 131-141.
- SCLOVE Richard, [1995], 2003, Choix technologiques et choix de société, Paris, Charles L. Mayer.
- SIMONNEAUX Laurence (dir.), 1999, Les biotechnologies à l’école : un enjeu éducatif pour la formation à la citoyenneté, Dijon, Educagri.
- SIMONNEAUX Laurence, 2001, “Role-play or debate to promote students' argumentation and justification on an issue in animal transgenesis”, International Journal of Science Education. 23 (9), 903-928.
- SIMONNEAUX Laurence, 2003, “ L’argumentation dans les débats en classe sur une technoscience controversée “, Aster, n°37, pp 189-214
- TOULMIN Stephen, 1958, The uses of argument. Cambridge, Cambridge University Press