



Open Archive TOULOUSE Archive Ouverte (OATAO)

OATAO is an open access repository that collects the work of Toulouse researchers and makes it freely available over the web where possible.

This is an author-deposited version published in : [http://oatao.univ-toulouse.fr/Eprints ID : 3337](http://oatao.univ-toulouse.fr/Eprints/ID/3337)

To link to this article :

URL :

To cite this version :

Simonneaux, Jean et Simonneaux, Laurence (2009). A la croisée des questions socialement vives et du développement durable : étude de la relation alimentation-environnement avec des enseignant(e)s. *Didaskalia*, n° 34, pp. 67-104.

Any correspondance concerning this service should be sent to the repository administrator: staff-oatao@inp-toulouse.fr.

A la croisée des questions socialement vives et du développement durable : étude de la relation alimentation-environnement avec des enseignant(e)s

Titre abrégé : Etude de la relation alimentation-environnement avec des enseignant(e)s

Laurence Simonneaux et Jean Simonneaux, Didactiques des Savoirs Professionnels, Scientifiques et Sociaux Emergents – Toulouse EducAgro, Ecole Nationale de Formation Agronomique

Résumé :

Cette étude a visé plusieurs objectifs. Elle s'est située au milieu du parcours de formation initiale d'enseignant(e)s de l'enseignement agricole en Zootechnie, Agronomie et Sciences Economiques et Sociales, après une initiation à la didactique. Nous avons construit le protocole pour donner du corps à cette initiation et faire expérimenter aux enseignant(e)s des conflits cognitifs et socio-cognitifs. Le protocole vise également l'illustration du traitement didactique de questions socialement vives sur la relation alimentation-environnement. Il comporte une succession de « scènes » élaborée *a priori*. Chaque scène correspond à un jeu didactique. Au cours de ce scénario, nous avons cherché à perturber « la continuité du savoir » en ménageant des « coups de théâtre ». Les coups de théâtre de ce scénario ne visaient pas une discontinuité du savoir, mais une complexification. Il s'agissait de rendre sensibles les enseignant(e)s à d'autres possibles. Nous souhaitons également développer leur questionnement sur la construction des savoirs scientifiques. A l'issue de ce travail, les enseignant(e)s interrogent leurs *a priori* sur les comportements à favoriser pour limiter les impacts négatifs de l'alimentation sur l'environnement. Ils questionnent la polémique scientifique soulevée, la légitimité de choisir différentes méthodologies dans la construction des savoirs. Ils envisagent entre autres la mise en place de jeux didactiques perturbateurs avec leurs élèves pour favoriser leur rationalité critique.

Mots-clés : formation des enseignant(e)s, questions socialement vives, jeux didactiques, conflits cognitifs, construction du savoir scientifique

1 - Questions socio-scientifiques controversées et éducation au développement durable

Le travail présenté ici s'inscrit dans l'enseignement des questions socio-scientifiques (QSS) controversées. Les QSS controversées sont des questions à propos desquelles les opinions divergent et qui sont à la croisée des sciences humaines et sociales et des sciences expérimentales. Elles ont des implications dans au moins un des domaines suivants : biologie, physique, chimie, sociologie, éthique, politique, économie, environnement. Dans le monde francophone, s'est développée la problématique de l'enseignement des questions socialement « vives » (QSV) (Legardez et Simonneaux, 2006). Les QSV font l'objet de controverses entre spécialistes des champs disciplinaires et/ou entre les producteurs de savoirs non académiques (professionnels, associations, consommateurs...). Elles sont empreintes d'incertitudes dans les savoirs de référence et dans les implications sociales. Ces questions interpellent les pratiques sociales et renvoient aux représentations sociales et aux systèmes de valeurs ; elles sont considérées comme un enjeu par la société et suscitent des débats ; elles font, selon l'actualité, l'objet d'un traitement médiatique important. Les QSV peuvent être scientifiques (OGM, nanotechnologies...) ou sociales (mondialisation, chômage...), alors que dans la littérature anglophone les Socio-Scientific Issues (Questions Socio-Scientifiques) sont des questions scientifiques qui ont des implications sociales, et qui ne sont pas forcément controversées.

Certaines QSV peuvent servir de support à l'Education au Développement Durable (EDD), c'est le cas de la question de la relation alimentation-environnement. Cette question est de plus en plus évoquée dans le cadre du changement climatique global. Elle a fait l'objet de débats lors du Grenelle de l'Environnement¹ en France en octobre 2007 qui dans ses conclusions envisage l'affichage sur les produits de la grande distribution de leur «prix écologique» (qui intègre leur coût environnemental) à côté de leur prix d'achat. L'étiquette verte apparaît dans certains magasins. Elle affiche l'indice carbone du produit, puisque la quasi-totalité des experts utilise cet indicateur. On y reviendra plus loin.

La question de la relation alimentation-environnement a été discutée lors de la première controverse de l'Académie d'agriculture de France le 23 janvier 2008 sous l'intitulé « Alimentation et énergie demain – du champ à la table du consommateur ». Les académiciens ont choisi d'inaugurer des débats sur des controverses qui se prêtent mieux à l'échange d'arguments que les traditionnelles conférences. Il est précisé que controverse ne signifie pas polémique, mais doit être rapprochée de la *disputatio* scolastique avec *opponens*, *respondens* et *determinatio*.

En termes économiques, le paradigme dominant a longtemps été que le développement – considéré comme la poursuite du bien-être – était indissociable de la croissance. Dans ce sens, le développement était synonyme de richesse, il était donc mesuré par le PIB. Au début des années 70, le rapport Meadows (1972) « *Halte à la croissance* » commandé par le club de Rome est une première sonnette d'alarme sur l'épuisement des ressources de la planète provoqué par le modèle économique ; ce rapport marque également le retour d'arguments malthusiens. Les besoins de la planète continuent à croître parce que la population augmente mais aussi parce que le mode de développement s'appuie sur un usage croissant des ressources non renouvelables ; au-delà du contrôle démographique, c'est le mode de croissance qu'il faut interroger car il accélère l'épuisement des ressources.

Dans les années 80, le concept même de développement est interrogé avec la fin des Trente Glorieuses², avec la dégradation de l'environnement, avec l'impossible transfert du développement vers les pays du Sud. C'est la persistance de la pauvreté mais aussi les problèmes d'accès aux soins et à la santé, à une éducation pour tous qui posent question. Le développement ne peut se réduire à un pouvoir d'achat, il faut redéfinir la richesse. Les conditions sociales et politiques visées et nécessaires au développement sont analysées. Le développement n'est plus simplement un concept économique, il devient un concept de science politique intégrant un questionnement éthique ; cette dimension conduit à s'interroger sur la « justice » des situations. L'idée que le progrès est synonyme de développement ne va plus de soi.

C'est dans ce contexte qu'apparaît la notion de développement durable (DD) au cours des années 80. Elle s'inscrit dans une continuité historique de double questionnement concernant le développement économique selon une dynamique capitaliste et la préservation environnementale. Le DD n'est pas un concept scientifique dans le sens où il émerge dans le domaine politique en générant des orientations et des principes d'action plus qu'un cadre d'analyse. Le DD est aujourd'hui défini comme « *un développement qui s'efforce de répondre aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire les leurs* » selon le rapport de la Commission Mondiale pour l'Environnement et le Développement « Our Common Future » dit « rapport Brundtland »³ remis à l'ONU en 1987

¹ Le **Grenelle de l'environnement** est un ensemble de rencontres politiques organisées en France en octobre 2007, visant à prendre des décisions à long terme en matière d'environnement et de développement durable.

² Les **Trente Glorieuses** sont la période de forte croissance économique qu'ont connu entre 1945 et 1974 une grande majorité des pays développés occidentaux.

³ Commission mondiale sur l'environnement et le développement (**rapport Brundtland**), *Notre avenir à tous*, http://www.wikilivres.info/w/index.php/Rapport_Brundtland

et qui sera la base du sommet de Rio en 1992. Le DD est classiquement présenté comme la prise en compte de trois piliers : un pilier environnemental pour intégrer les interactions entre l'environnement et les activités humaines, un pilier économique pour analyser la couverture des besoins des hommes et enfin, un pilier social pour inclure les rapports entretenus entre les différentes sociétés ou groupes sociaux, y compris, inter-générationnels. Durant les années 90, le DD va être de plus en plus associé, certains diront réduit, à la préservation de l'environnement.

Mais la reconnaissance et la généralisation du DD par l'ONU n'empêche pas la poursuite des réflexions sur la notion de développement. Un courant économique remet en cause la notion même de développement en y opposant une nécessaire décroissance (Berr et Harribey, 2005) en s'appuyant sur les travaux de Georgescu-Roegen (1972) pour qui la poursuite de la croissance est insoutenable si l'on prend en compte l'entropie du système. La critique du développement s'appuie aussi sur une analyse anthropologique, le concept même de développement étant une conception culturelle qu'il faut interroger et non pas vouloir appliquer à l'ensemble de la planète. L'interrogation porte autant sur les modes de consommation des sociétés dites avancées que sur les modalités de production. La multiplication des crises environnementales au cours des années 90 renforce cette idée des interactions économiques et sociales avec l'environnement.

Le DD n'est pas seulement un cadre d'action, c'est une idéologie (Simonneaux, 2007) ; le cadre scientifique de référence est multiple (économique, écologique...) et surtout moins important que le cadre philosophique (équité, irréversibilité, solidarité, principe de précaution...). Le DD est constitué d'objectifs politiques (solidarité entre générations, préservation de l'environnement, répartition optimale...) qui vont se décliner en principes d'actions. C'est bien un modèle de société qui est proposé et non pas un cadre d'analyse scientifique ; la légitimité du discours sur le DD est d'abord socio-politique, la démonstration scientifique vient au service de cette légitimité et ne se suffit pas à elle-même. La dimension socio-politique conduit alors à s'intéresser aux modes de gouvernance. La critique du DD ne se limite plus alors à la notion mais en plus au décalage entre des principes politiques affichés et l'efficacité des actions conduites.

A la suite du sommet de Rio de 1992, est élaboré l'agenda21 qui est un programme de DD pour le 21^{ème} siècle. Le volet éducatif du DD se traduit par la *Décennie des Nations Unies pour l'éducation en vue du développement durable*⁴ pour 2005-2014 ; l'Education à l'Environnement pour un Développement Durable (EEDD) est la réponse française à la décennie des Nations Unies dans le cadre de la stratégie de DD (juin 2003).

La filiation entre l'Education à l'Environnement et l'Education au Développement Durable invite à faire une rétrospective des enjeux de l'éducation à l'environnement. Mappin et Johnson (2005), cités par Kolsto (2005), ont décrit les trois perspectives qui ont présidé à l'éducation à l'environnement au cours du temps. Dans les années 70, le but a été le changement comportemental ; dans les années 80, le changement personnel, c'est-à-dire la compréhension des motivations et des attitudes personnelles qui guident les prises de décision, et dans les années 90, le « *changement des valeurs sociales et des systèmes pour sauvegarder la durabilité et la justice sociale* » (Mappin et Johnson, 2005, p. 17). Les valeurs sous-jacentes à ces orientations ont été différentes : valeur des experts sachant définir les « bons comportements », valeur intrinsèque de la nature. On peut observer dans cette histoire un mouvement général, d'une « *centration sur des actions pré-décrites, vers la dotation des connaissances nécessaires, des compétences, d'une conscience sociale, pour que les individus*

⁴ http://portal.unesco.org/education/fr/ev.php-URL_ID=23279&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html

aient une pensée critique et soient capables d'évaluation autonome des questions environnementales » (Kolsto, 2005, p. 13).

Récemment, dans la circulaire de 2007, c'est l'Education au Développement Durable (EDD) qui a été promue par l'institution⁵. On peut questionner les objectifs de l'EDD comme sont questionnés les principes du DD. Dans une perspective éducative du DD, l'éclairage scientifique est nécessaire mais non suffisant pour la prise de décision. À la dimension cognitive des apprentissages sont ajoutées des dimensions psychosociale et éthique du fait des motivations, affects et enjeux débattus. Le terme « éducation » est utilisé pour signifier la perspective axiologique inhérente à un contenu éthique, politique, environnemental... Le résultat attendu de la formation n'est pas seulement une acquisition de connaissances, c'est l'adhésion à un mode de pensée idéologique. C'est d'ailleurs là, l'une des réticences invoquées par les enseignant(e)s par rapport à l'EDD (Boyer et Pommier, 2006) et c'est aussi une difficulté majeure de définir ce mode de pensée.

A partir de 2007, l'enseignement des QSV a été intégré dans le baccalauréat rénové de l'enseignement agricole (le baccalauréat Sciences et Technologies de l'Agronomie et du Vivant - STAV). L'objectif spécifiquement dédié aux QSV intitulé « Enjeux liés au vivant et aux ressources : développer des attitudes responsables » est exclusivement construit sous forme d'activités pluridisciplinaires. Il existe aussi dans ce nouveau programme un module « Fait alimentaire » qui regroupe cinq disciplines et qui intègre notamment l'approche de « systèmes alimentaires durables » pour évaluer leur impact sur les « équilibres sociaux et environnementaux ».

La production alimentaire a été analysée jusqu'ici dans l'enseignement agricole sous l'angle de la sécurité d'approvisionnement, c'était la justification principale de la mise en place de la politique agricole nationale et européenne des années 50 aux années 70. Dans les années 80/90, la production alimentaire devenant excédentaire, la politique européenne agricole a posé la question de la sécurité sanitaire de l'alimentation et non plus de sécurité sous un angle quantitatif. Avec les préoccupations environnementales croissantes au cours des années 90, l'analyse de la production alimentaire doit intégrer les externalités négatives d'une activité agricole intensive. La récente hausse des prix des matières premières agricoles depuis 2006 fait remonter, et de manière urgente et parfois dramatique, la question quantitative de la sécurité d'approvisionnement alimentaire. Parmi les données explicatives de l'augmentation des prix, on évoque la mondialisation qui a fait évoluer des modes de consommation alimentaire dans les pays émergents, remettant en cause le fragile équilibre des marchés mondiaux. Il devient alors urgent de s'interroger sur les systèmes alimentaires, c'est-à-dire la manière dont les humains s'organisent, dans l'espace et dans le temps, pour obtenir et consommer leur nourriture (Malassis, 1994). Le système alimentaire interroge alors non seulement l'agriculture, mais aussi les modes de consommation et d'échanges économiques dont le marché n'est qu'une modalité particulière. Le dernier référentiel du bac technologique agricole va dans le sens du croisement de la question de l'alimentation et de la durabilité au travers des « systèmes alimentaires durables » et donc au carrefour d'un questionnement économique, social et environnemental. La production alimentaire doit alors être orientée vers un système respectant les 3 objectifs d'équité sociale, de viabilité économique et écologique alors que domine un système agro-industriel intensif, spécialisé, concentré, financiarisé et en voie de globalisation (Rastouin, 2005). L'analyse du système alimentaire amène à questionner la relation alimentation-environnement sous l'angle de la santé (impact des pesticides, des OGM...), de l'aménagement de l'espace (maintien de paysages, maintien social et économique des acteurs locaux, spécialisation de systèmes de production locaux

⁵ Bulletin Officiel Education Nationale : Circulaire N° 2007-077 du 29-03-07.

éventuellement polluants...), de l'utilisation d'énergie, à la production de gaz à effet de serre (GES). La relation alimentation-environnement se réfère à des questions socialement vives car il s'agit de sujets controversés. Dans cette dernière problématique, la relation alimentation-environnement croise la question vive du réchauffement climatique.

On l'a dit plus haut, une caractéristique des QSV est fondée sur le fait qu'il existe un dissensus entre les experts scientifiques. Dans le cadre du réchauffement climatique, des voix (minoritaires) s'élèvent pour dénoncer la '*fabrique de consensus*' scientifique dans le GIEC visant à étouffer des interprétations dissonantes (Sietz 1996), cité par Albe (2007). D'autres considèrent que les prévisions du GIEC sont trop modérées.

Alors que pour certains, la diminution du volume des glaces aux pôles prouve (et les images en apportent la preuve) le réchauffement climatique accéléré en cours, pour d'autres (Vinnikov, Cavalieri et Parkinson 2006), cités par Albe (2007), les observations différentes en Arctique et en Antarctique indiqueraient une modification climatique différente dans les deux hémisphères. Polyakov *et al.* (2003) considèrent que les faits seraient plus complexes qu'il y paraît : si la superficie de la banquise a tendance à diminuer, son épaisseur s'accroîtrait. Un certain nombre de climatologues questionne les modélisations proposées par les experts du GIEC et souhaite que d'autres hypothèses soient envisagées en considérant par exemple, à côté du CO₂, l'impact de la vapeur d'eau qui est le principal gaz à effet de serre (représentant 60% de l'effet de serre atmosphérique). La fameuse courbe de Mann (1998), dite en forme de « hockey », fondée sur la dendrochronologie qui est une méthode scientifique de datation fondée sur le comptage et l'analyse morphologique des anneaux de croissance des arbres, indique une augmentation importante de la température. Cette courbe a été très controversée, le recoupement avec les mesures de température effectuées à partir des carottes de glace ne fournit pas de preuves « tangibles ». D'autant plus que l'importance des échanges entre le névé et l'atmosphère dans les couches supérieures de la glace ne permet pas d'avoir des mesures tout à fait fiables sur les 500 dernières années. Par ailleurs, le mode de calcul de la moyenne globale des températures est interrogé. Dans ce domaine, l'analyse scientifique du climat est difficile à cause de l'importance de la théorie du chaos. Certains géographes, comme Leroux (2005), sont sceptiques par rapport à l'approche géophysicienne. Son approche « géographique » du système climatique s'appuie sur l'existence de puissants anticyclones mobiles polaires contrôlant l'évolution climatique (Urgelli, 2008).

En France, dans le cadre du Grenelle de l'environnement en octobre 2007, des observateurs ont regretté que la question du réchauffement climatique ait occupé plus de place que toutes les autres questions, notamment celle des OGM. Une des analyses pour justifier l'emphase sur cette question a été la force de ce consensus scientifique caractérisé par une unité de voix, le GIEC, et une unité de gestion, le taux de CO₂, en opposition à la polyphonie des analyses sur l'impact des OGM sur la biodiversité ou la mesure de cette dernière.

Les médias développent majoritairement la thèse du réchauffement climatique, de sa cause anthropique liée principalement à l'émission de CO₂ et de la nécessité de mesures politiques pour réduire les émissions des gaz à effet de serre. La controverse se situe sur les modalités d'actions à mettre en œuvre et sur l'évaluation de l'ampleur du phénomène dans le futur.

Il existe différents niveaux de controverses : réchauffement climatique *versus* changement climatique, cause anthropique *versus* cause naturelle (en particulier liée à l'activité solaire), impact ou pas de la réduction de l'émission de CO₂.

Sur les questions vives, le statut de la preuve, sa reconnaissance sont fondamentaux. Chateauraynaud (2004) identifie des pistes autour de ce que serait la *tangibilité de la preuve*, une preuve va être considérée comme tangible lorsqu'elle résiste « *aux variations perceptuelles, instrumentales et argumentatives auxquelles la soumettent des acteurs dotés de*

représentations et d'intérêts divergents » p. 168 ; tant que la preuve n'est pas *tangible*, subsiste le doute et la controverse qui vont justifier la poursuite de l'enquête. Chateauraynaud explore les fonctions de la *communauté des enquêteurs, de l'intuition*, les différentes *topiques* de la preuve (la perception sensible, le recoupement d'indices, la corrélation statistique, la reproductibilité de l'expérience, la démonstration argumentative).

Chateauraynaud pose des questions essentielles : « *A qui faut-il faire confiance, à quels signes accorder du crédit lorsqu'on ne dispose d'aucune compétence sur un dossier ? Peut-on et doit-on vérifier tout ce que font et disent les enquêteurs ou les experts ? Et comment traiter les cas où les preuves font défaut ou tardent à être admises ?* » p. 170. Les « affaires » ou « crises » récentes, comme celle du changement climatique ont conduit à la mise en place de procédures transitoires, liées au caractère graduel de la tangibilité. Le principe de précaution provoque un renversement de l'ancien ordre logique entre la preuve et l'action. Dans cette configuration, il s'agit d'identifier des « signaux faibles » dont la tangibilité est encore incertaine (Chateauraynaud, 2003). Mais certains phénomènes environnementaux peuvent attendre de nombreuses années avant de devenir tangibles.

Dans la littérature est accordée une place prépondérante aux débats pour traiter les QSV. Mais il nous apparaît de plus en plus important de mettre en place des jeux didactiques (Sensevy, 2007) portant sur la confrontation avec des « evidences » contradictoires pour alimenter le questionnement épistémique. Lorsque nous parlons « d'evidences », il faut l'entendre dans le sens anglophone de « preuves », de « faits » pas forcément « tangibles » puisqu'il s'agit de savoirs controversés. Ces « preuves » peuvent être fondées sur des savoirs scientifiques (plus ou moins stabilisés), appartenant à plusieurs champs scientifiques et aux sciences humaines et sociales car ces questions sont souvent interdisciplinaires, mais aussi fondées sur des savoirs sociaux et des pratiques sociales et professionnelles. L'accent a été mis sur les difficultés rencontrées par élèves et étudiants pour évaluer le savoir et les « evidences » en sciences (Jiménez-Aleixandre, 2008 ; Sandoval et Millwood, 2005). Nous nous intéressons ici à la formation épistémologique des enseignant(e)s, non seulement à propos de l'évaluation des « evidences », mais aussi sur la construction des savoirs scientifiques.

Cette étude a visé plusieurs objectifs. Elle s'est située au milieu du parcours de formation initiale d'enseignant(e)s de l'enseignement agricole en Zootechnie, Agronomie et Sciences Economiques et Sociales⁶. Le protocole a été mis en œuvre deux fois : avec des enseignant(e)s en zootechnie (5) et agronomie (1), puis avec des enseignant(e)s de sciences économiques et sociales (4). Au préalable, ils ont été initiés à la didactique analytique (analyse sociopsychologique des systèmes de représentations-connaissances des élèves et analyse socio-épistémologique des savoirs) et à la didactique propositionnelle, aux modèles d'apprentissage et au fonctionnement de la mémoire. Nous avons notamment abordé les notions d'objectifs-obstacles, de pratiques sociales de référence, de transposition didactique, de contrat didactique, de conflit socio-cognitif.

Nous avons construit le protocole pour donner du corps à ces notions et faire expérimenter aux professeurs stagiaires des conflits cognitifs et socio-cognitifs. Il permettait en plus d'illustrer le traitement didactique de questions socialement vives en l'appliquant au domaine de l'alimentation.

Nous souhaitons également développer leur questionnement sur la construction des savoirs scientifiques. Il ne s'agit pas seulement de traiter d'une controverse, la relation entre alimentation / énergie / environnement ici, notre objectif est de proposer une situation didactique qui va permettre aux professeurs stagiaires de s'interroger sur la manière dont se

⁶ Les zootechniciens sont codés « Z suivi d'un chiffre », l'agronome « A », les économistes « E suivi d'un chiffre ».

construisent les résultats scientifiques publiés et d'aborder ainsi ce qui fait « preuve ». Les situations didactiques analysées dans l'enseignement des QSV s'appuient souvent sur des situations débats dont la dynamique s'appuie sur des positions différentes au sein du groupe d'apprenants, parfois alimentée par des jeux de rôle dans lesquels les participants ont accès à des données différentes. Les élèves argumentant dans un jeu de rôle mobilisent davantage de stratégies fallacieuses. Dans un travail précédent, nous avons comparé l'argumentation d'élèves dans un jeu de rôle et dans un débat classique sur une question socio-scientifique (Simonneaux, 2001). Il est apparu que les arguments développés dans le jeu de rôle étaient moins fondés et mâtinés de stratégies déstabilisatrices (provocation, ironie...). Les interventions des élèves étaient plus brèves ; ils cherchaient à placer le plus vite possible les arguments du personnage qu'ils jouaient (arguments avec lesquels ils n'adhéraient pas forcément). Ce constat interroge les situations mises en œuvre en classe. Les jeux de rôle favorisent la participation des élèves et peuvent les amener à utiliser des stratégies fallacieuses pour « gagner » au détriment d'une exploration fondée de la controverse. Ce qui est quand même l'objectif de l'enseignement des questions socio-scientifiques. Il nous semble important d'outiller les apprenants dans l'analyse de l'expertise et des résultats scientifiques controversés.

La situation didactique proposée ici se base sur une même information pour l'ensemble du groupe mais soigneusement sélectionnée et fournie progressivement. Le conflit socio-cognitif est construit non seulement par les confrontations entre apprenants mais surtout par une démarche progressive et balisée précisément. La démarche conduit les participants à valider un raisonnement dont les conclusions vont être immédiatement remises en cause dans la phase suivante.

Nos questions de recherche sont les suivantes :

- quel est l'effet du protocole dans le déclenchement de conflits cognitifs ?
- y a-t-il évolution de la compréhension de la construction des savoirs scientifiques ?
- observe-t-on des différences conceptuelles entre les enseignant(e)s des différentes disciplines sur la thématique abordée ?

2 - Présentation des articles de référence

Pour élaborer le protocole mis en œuvre, nous nous sommes appuyés sur deux articles qui nous ont interpellés :

- un article de Barbara Redlingshöfer intitulé « Vers une alimentation durable ? Ce qu'enseigne la littérature scientifique ? » publié dans le numéro 53 (pp83-102) de décembre 2006 du *Courrier de l'environnement de l'INRA*.
- un article de Elmar Schlich, Iona Biegler, Bettina Hardtert, Michaela Luz, Suzanne Schröder, Johanna Schroeber et Sabine Winnebeck intitulé « La consommation d'énergie finale de différents produits alimentaires : un essai de comparaison » publié dans le numéro 53 (pp111-120) de décembre 2006 du *Courrier de l'environnement de l'INRA*.

Patrick Legrand dans sa présentation de Barbara Redlingshöfer qui a rejoint la Mission Environnement-Société de l'INRA en 2005 précise que cette contribution s'inscrit dans le chantier ouvert par cette mission sur la « diagonale » Consommateur-Alimentation-Citoyen-Environnement-Développement Durable.

Barbara Redlingshöfer rappelle que tout au long de la chaîne alimentaire, de nombreux acteurs utilisent des ressources naturelles et produisent des déchets, ce qui relie forcément l'alimentation à l'environnement. Elle s'étonne que peu d'attention soit prêtée à cette relation, « *hormis les appels à éviter les sacs plastiques jetables pour les courses alimentaires et à privilégier les produits peu emballés et issus d'agriculture biologique* » p. 83, et que les

aspects de santé publique soient largement prédominants dans les discours. Bien sûr, l'élévation du coût du pétrole et le protocole de Kyoto sur la réduction des émissions des GES accentuent l'intérêt pour la question de l'énergie.

Dans cet article, Barbara Redlingshöfer s'intéresse aux régimes alimentaires et leur rapport à la consommation d'énergie primaire⁷ et aux émissions de GES, et à de nombreux autres aspects environnementaux qui se situent sous l'influence des activités agricoles, comme les pollutions du sol, de l'air et des eaux suite à l'utilisation d'intrants agricoles, comme l'érosion et l'acidification du sol ou les atteintes à la biodiversité pour lesquels il faut procéder à des « écobilans ». L'impact environnemental attribuable à différentes caractéristiques d'un kilo de légumes acheté, exprimé par un Eco-indicator calculé par Jungbluth (2004), présente des aspects surprenants (cf. figure 2).

Schlich et ses collaborateurs comparent dans leur article la consommation d'énergie finale incluse dans la fourniture de trois produits alimentaires typiques (jus de fruit, viande d'agneau et vin) de provenance régionale, supra-régionale et mondiale. Le terme régional qualifie un produit originaire de la région du consommateur, ici autour de Giessen en Allemagne.

En particulier, dans cet article, la comparaison de deux chaînes d'approvisionnement (viande d'agneau allemande/viande d'agneau néo-zélandaise) indique que la consommation d'énergie finale est nettement plus faible dans le cas de la viande d'agneau néo-zélandaise importée en Allemagne (cf. tableau 3).

3 - Analyse *a priori* du protocole

Le protocole comporte une succession de « scènes », pour reprendre l'expression de Sensevy. Chaque scène correspond à un « jeu » didactique (Sensevy, 2007). Nous retenons l'idée de jeu didactique comme l'action conjointe entre le professeur et l'élève dans lequel le professeur fait de la « rétention d'informations », de la *réticence*. Le professeur gagne, si l'élève gagne en jouant *proprio motu* (comme le dit Sensevy), « de son propre mouvement ». Voyons comment nous avons construit ces jeux, ces scènes, trahissant chacun(e) notre enjeu épistémique, à travers le synopsis élaboré *a priori*.

Jeux	Enjeux épistémiques
Jeu 1 : Question d'évocation sur la relation alimentation-environnement Questions sur l'enseignement et l'enjeu de l'enseignement de cette relation Mise en commun et débat	Faire prendre conscience aux enseignant(e)s des systèmes de représentations-connaissances sur la relation alimentation-environnement et sur l'enseignement de cette relation
Jeu 2 : Classement des postes liés à l'alimentation en fonction de leur contribution aux GES	Faire prendre conscience de l'impact environnemental de l'étape de production
Jeu 3 : Présentation de données « surprenantes » sur l'impact environnemental des différentes caractéristiques d'un kilo de légumes acheté Mise en commun et débat	Produire un conflit cognitif par rapport à certaines recommandations environnementales largement médiatisées
Jeu 4 : Comparaison en termes d'énergie	Introduire une intrigue*

⁷ L'énergie primaire est l'énergie brute, c'est-à-dire non transformée après extraction (houille, lignite, pétrole brut, gaz naturel, électricité primaire). Elle se distingue de l'énergie finale ou disponible, c'est-à-dire livrée au consommateur pour sa consommation finale (essence à la pompe, électricité au foyer...) DGEMP-Observatoire de l'énergie, 2003.

finale consommée des chaînes d'approvisionnement de viande d'agneau régionale et mondiale	Produire un conflit cognitif susceptible de déstabiliser les systèmes de représentations-connaissances dévoilés dans le premier jeu
Jeu 5 : Présentation de la controverse scientifique sur les résultats analysés dans le jeu précédent Débat	Produire un conflit susceptible de remettre en cause les savoirs « déstabilisants » fraîchement abordés dans le quatrième jeu. Faire comprendre le processus de validation des savoirs scientifiques, l'origine possible de controverses en fonction de la prise en compte d'indicateurs différents qui trahit des « voir comme » théoriques (Sensevy), la relation entre les méthodologies de recherche et les présupposés economico-politiques
Jeu 6 : Retour sur le premier jeu Mise en relation du scénario et des concepts didactiques étudiés précédemment	Favoriser une démarche réflexive Favoriser l'apprentissage des concepts didactiques et démystifier leur utilisation dans l'enseignement

Tableau 1 : présentation des six jeux du protocole

* Déstabilisés par les premiers jeux, nous pensons que les enseignant(e)s devraient s'emparer de l'« intrigue », selon l'expression de Sensevy, comme on s'implique dans une enquête policière en temporisant leurs réactions premières. Ils devraient alors s'engager dans une analyse fine des données fournies sur les chaînes d'approvisionnement.

Au cours de ce scénario, nous avons cherché à perturber « la continuité du savoir » (Tiberghien *et al.*, 2007) en ménageant des « coups de théâtre ». La notion de continuité de savoir permet d'identifier la façon dont les énoncés didactiques intègrent ou pas le passé de l'enseignement. « *Le devenir des questions étudiées aujourd'hui pèse sur l'étude qui peut en être faite : pour gagner un passé, il faut sans doute avoir un avenir* » Sensevy et Mercier, 2007, p. 190. Nous espérons que les coups de théâtre de ce scénario ne produisent pas une discontinuité du savoir, mais une complexification. Il s'agissait de rendre sensibles les enseignant(e)s à d'autres possibles.

4 - Présentation du protocole

Le protocole se découpe en 7 étapes entre lesquelles s'intercalent des débats.

Jeu 1 : - Nous avons, à travers une question d'évocation « qu'évoque pour vous la relation alimentation-environnement ? Listez les idées qui vous viennent à l'esprit », recueilli le système de représentations-connaissances des enseignant(e)s sur la relation alimentation-environnement. Nous considérons que « le déjà-là », les préconceptions des acteurs sur les QSS correspondent à leur système de représentations-connaissances (Legardez, 2004). Il s'agit d'un agrégat comprenant des opinions, croyances, attitudes, des informations issues de diverses sources (dont la vulgarisation scientifique et technique), des résidus d'apprentissages scolaires ou universitaires antérieurs, des représentations sociales... La thématique de la relation alimentation-environnement n'a pas du tout été étudiée au cours de la formation.

Etant donné que les personnes peuvent citer en dernier ce qui est finalement le plus important pour eux, nous leur avons demandé ensuite de les classer par ordre d'importance et de justifier la plus importante pour eux.

Nous avons ensuite demandé aux enseignant(e)s d'indiquer par écrit comment ils (elles) envisageraient d'enseigner cette relation, les enjeux de cet enseignement, et les idées principales qui devraient être retenues par les élèves.

Un débat a suivi autour de la mise en commun de leurs réponses. Il a été filmé et entièrement retranscrit.

Jeu 2 : Il a été demandé aux enseignant(e)s d'indiquer dans le tableau suivant les postes liés à l'alimentation qui contribuent le plus à l'émission de GES, de les classer par ordre de production de gaz décroissante, éventuellement en pourcentage et de justifier ce classement.

Postes	Classement	Pourcentage
La préparation, consommation au foyer (dont chauffage, réfrigération, ...)		
La distribution (dont emballage et transport)		
La transformation		
La production agricole animale		
La production agricole végétale		

Tableau 2 : Questionnaire à remplir par les professeurs-stagiaires dans le jeu 2

Nous leur avons alors donné les résultats d'une étude, citée par Barbara Redlingshöfer comme étant la dernière disponible, commandée par une commission d'enquête du Parlement allemand sur l'atmosphère terrestre. Un résumé des résultats est représenté dans la figure 1. Cette étude a estimé à 260 millions de teq CO₂ en 1991 les émissions de GES liées à l'alimentation en Allemagne, ce qui correspondait à 22% des émissions totales de l'Allemagne et dont plus de la moitié revenait à la production agricole.

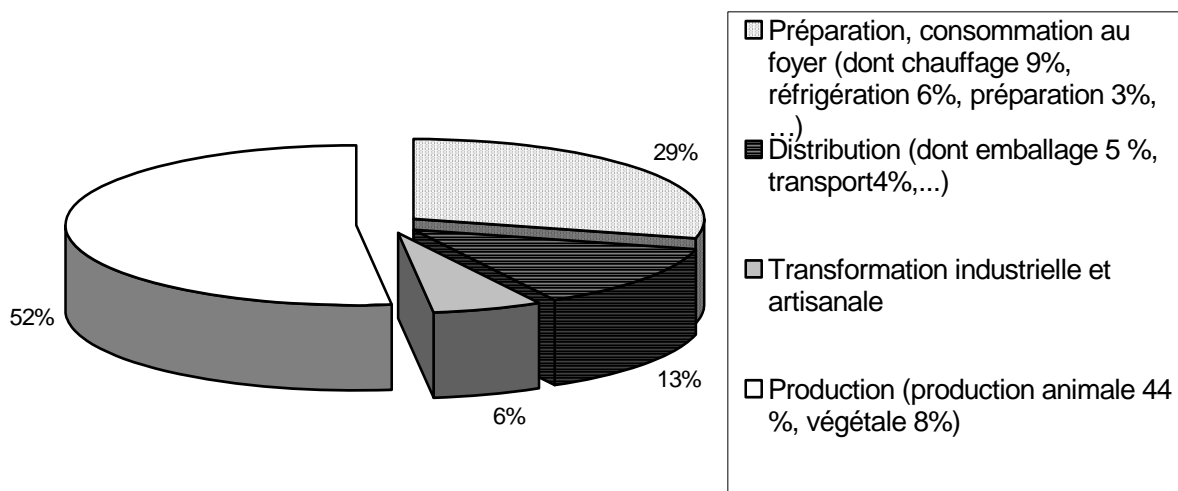


Figure 1 : Emissions de gaz à effet de serre liées à l'alimentation en Allemagne en 1991, en pourcentage. Source Kjer et al., 1994

Les émissions de GES liées aux postes chauffage, réfrigération et préparation ne correspondent qu'à une partie des émissions des GES liées à la préparation/consommation. De même les émissions liées à l'emballage et le transport ne correspondent qu'à une partie des émissions de GES liées à la distribution. Revoir figure

Jeu 3 : En introduction de la présentation de la figure 2 étaient repris des extraits de l'article de Barbara Redlingshöfer : « Si les indicateurs de la consommation d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre permettent de donner des éclairages, ils ne sont pas suffisants

lorsqu'on aborde les systèmes agricoles et alimentaires. De nombreux autres aspects environnementaux se situent sous l'influence des activités agricoles, comme les pollutions du sol, de l'air et des eaux suite à l'utilisation d'intrants agricoles, comme l'érosion et l'acidification du sol ou les atteintes à la biodiversité. » p. 91

Il faut procéder à des « écobilans ».

Face à la complexité des écobilans, « Jungbluth (2000) a développé l'écobilan modulaire, une approche simplifiée qui utilise cinq modules du cycle de vie (production, origine/provenance, transformation/conservation, emballage et consommation) pour évaluer la part de différentes variantes d'un produit dans ses impacts sur l'environnement. » p. 92

« L'Eco-indicator 99 prend en compte les éléments suivants : apport excessif en fertilisant (eutrophisation), destruction de la couche d'ozone, smog photochimique, effet de serre, smog d'hiver, ressources naturelles (surface, énergie, minéraux), substances cancérigènes, pesticides, métaux lourds, acidification, radiations ionisantes. » p. 92

Ces extraits introduisaient la figure 2.

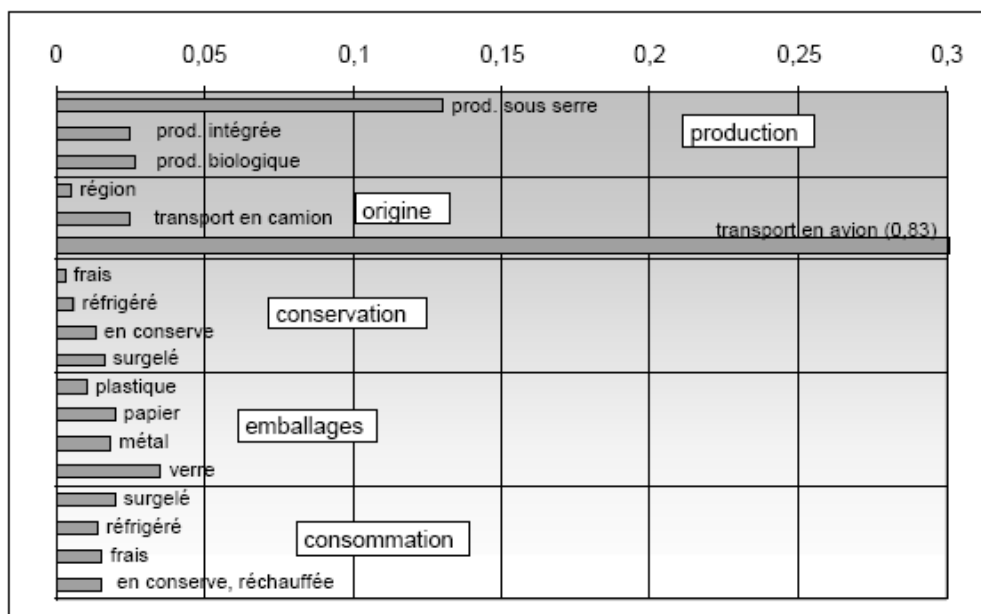


Figure 2 : Impact environnemental, exprimé en points de l'Eco-indicator 99, attribuable à différentes caractéristiques d'un kilo de légumes acheté, selon cinq modules étudiés. Source : Jungbluth, 2000 ; actualisé par Jungbluth en 2004.

Pour réaliser le bilan écologique, Jungbluth (2000) sépare le cycle de vie en plusieurs modules. Dans le module « produits à base de légume », les éléments impliqués dans la pollution sont inclus. Cela va de la production à la vente aux grossistes. Le module « origine » analyse les différents modes de transport en fonction des régions de provenance. Dans le module « emballage », la production et l'élimination des emballages sont examinées. Le module « conservation » évalue les besoins en énergie et en matériaux auxiliaires de l'industrie alimentaire et du commerce en différenciant le degré de finition et le mode de conservation.

Pour Jungbluth, il ressort que les légumes frais en provenance d'outre-mer importés par avion ont un impact environnemental très important. L'emballage a, comparé aux autres critères, une importance moindre.

Il était ensuite demandé aux enseignant(e)s de répondre par écrit aux questions suivantes :

- Qu'est-ce qui vous surprend dans la figure 2 ?
- Qu'est-ce qui vient confirmer vos idées préalables ?
- Qu'en déduisez-vous ?

Il leur était ensuite demandé de commenter un nouvel extrait : « *Pour la viande, le module production agricole domine largement les autres en termes d'impact environnemental, notamment en raison des apports excessifs en fertilisant et acidification provoqués par les effluents d'élevage et la production de l'alimentation animale.* » p. 93.

Un second débat a suivi autour de la mise en commun de leurs réponses. Il a été filmé et entièrement retranscrit.

Jeu 4 : Dans un premier temps, à partir de la comparaison réalisée par Schlich *et al.* de chaînes d'approvisionnement « régionale » ou « mondiale » (c'est-à-dire la chaîne de production-transformation-distribution) sur les trois produits alimentaires représentatifs de différents modes de production et de transport (jus de fruit, viande d'agneau et vin) présentée dans le tableau 3, nous leur avons demandé de justifier par écrit quelle est la chaîne la moins coûteuse en énergie finale : celle de la viande d'agneau « régionale » ou celle de la viande d'agneau « mondiale » de Nouvelle-Zélande ?

Sur deux pages étaient développées avec précision les chaînes de production-transformation-distribution de ces trois produits.

Il faut souligner ici que l'analyse proposée dans cette étape paraît aller dans la même logique que l'étape précédente en cherchant à comparer les effets de la distance. Cette analyse a été publiée dans un article scientifique différent qui compare différents produits et qui utilise un indicateur différent, seul est pris en compte l'énergie finale et non pas l'Eco-indicator 99 plus synthétique. Le recours à cet indicateur produit un résultat déstabilisant : la nettement moindre consommation d'énergie dans l'importation de viande d'agneau néo-zélandaise que dans l'utilisation d'agneau local. Nous pensons que ce résultat ira à l'encontre des représentations des participants.

Produits	Nature	Pays d'origine	Caractéristiques
jus de fruit	végétale	Allemagne (Bundesland de la Hesse), Pologne, Italie, Angleterre, Brésil	transformation importante ; transport réfrigéré des concentrés ; emballage : bouteille en verre consignée, embouteillage à chaud
viande d'agneau	animale	Allemagne (Bundesland de la Hesse), Nouvelle-Zélande	transformation moyenne ; transports congelés et réfrigérés ; emballage : film polyéthylène, conditionnement sous vide
vin	végétale	Allemagne (Bundesland de la Hesse), Hongrie, Afrique du Sud	transformation importante ; mise en bouteille par le producteur ; emballage : bouteille en verre non consignée, embouteillage à froid

Tableau 3 : Produit, pays d'origine et principes caractéristiques des études de cas

Dans un second temps, nous leur avons donné le tableau 4 présentant les résultats obtenus par Schlich *et al.*

Caractéristique	Chaîne d'approvisionnement régionale	Chaîne d'approvisionnement mondiale	
		Part du transport maritime	Part du transport routier
Distance de transport	100 km	20 000 km	400 km
Moyen de transport	camionnette	Porte-conteneurs avec 2 500 conteneurs, dont 97 réfrigérés avec viande d'agneau a destination du port de Hambourg	Poids lourd avec conteneurs réfrigérés
Quantité transportée	200 kg par transport	20 000 kg par conteneur	20 000 kg
Retour sans charge	oui	non	oui
Consommation de carburant	15 kg pour 100 km	1 000 000 kg pour 20 000 km	25 kg pour 100 km
Consommation de carburant spécifique	15 kg de carburant par 100 kg de viande d'agneau	400 kg de carburant par conteneur = 2 kg de carburant pour 100 kg de viande d'agneau	200 kg de carburant par conteneur = 1 kg de carburant pour 100 kg de viande d'agneau
Consommation d'énergie	1,5 kWh/kg	0,2 kWh/kg	0,1 kWh/kg

*Calculée avec une valeur approchée de 10 kWh d'énergie finale par kg de carburant.

Tableau 4. Consommation d'énergie finale spécifique pour deux chaînes d'approvisionnement et pour deux modes de transport dans le cas de la viande d'agneau. Source Schlich *et al.* 2003

Nous avons demandé aux enseignant(e)s leurs réactions par rapport à ce tableau et si ces données faisaient évoluer leurs intentions d'enseignement.

Un troisième débat a été initié à partir de la mise en commun de leurs réponses. Il a été filmé et entièrement retranscrit.

Jeu 5 : Enfin pour analyser à travers les réactions des enseignant(e)s leur compréhension de la production des savoirs scientifiques, nous leur avons distribué de larges extraits (ci-dessous sur fond gris les extraits distribués) de la note d'introduction aux lecteurs de l'article de Schlich *et al.* rédigée par Barbara Redlingshöfer en leur demandant ce qu'ils pensaient de cette controverse. Un cinquième débat a été filmé et entièrement retranscrit.

Les premiers résultats des travaux d'Elmar Schlich, financés par la DEG, l'agence de moyens pour la recherche publique allemande ont été publiés en 2003. Ces résultats allaient à l'encontre d'une idée très répandue selon laquelle les produits de proximité consomment moins d'énergie que les autres. Ils ont été largement repris par la presse allemande. Une vive controverse s'est alors ouverte en Allemagne, dans les milieux scientifique et écologiste, tant sur la validité des résultats que sur la manière de les interpréter et de les vulgariser.

Dans une lettre à l'éditeur, d'autres chercheurs (Martin Dermeler, Niels Jungbluth...) attaquent cette publication et finissent par juger les conclusions de l'étude précoces et trop fragiles au vu des résultats. Les critiques portent sur le fait que Schlich ne suit pas l'intégralité du cycle de vie d'un produit selon la méthode d'analyse de cycle de vie (« du berceau à la tombe ») et qu'il isole un seul critère, la consommation d'énergie finale. On lui reproche également un échantillon non représentatif et le fait de ne pas exclure le facteur climat pour comparer la production de deux pays à climat différent. Les chercheurs déplorent que les multiples fonctions de l'agriculture (en

matière d'économie locale, de tourisme et de paysages) ne soient pas prises en compte. Schlich, de son côté, rejette les critiques en répondant dans la même revue. Plusieurs articles scientifiques concernant l'énergie dans la filière pommes voient ensuite le jour pour relativiser ou contrer les résultats de Schlich. En 2006, l'équipe de Schlich soumet à la même revue internationale un article avec les premiers résultats sur trois nouveaux produits (les viandes de bœuf et de porc et le vin). Il a été publié en ligne fin 2006.

Jeu 6 : Enfin, nous avons demandé aux enseignant(e)s de relire leurs réponses rédigées à l'issue du jeu 1 et d'indiquer s'il y a des réponses qu'ils modifieraient, si oui, comment ? Si non, pourquoi ? Nous voulions favoriser une analyse réflexive sur leurs intentions d'enseignement.

5 - Analyse des résultats

Le cadre d'analyse a été défini *a priori* puisqu'il correspond à l'analyse de chaque jeu didactique. Il s'agissait de repérer dans le discours des enseignants les effets des jeux didactiques, des coups de théâtre programmés, à travers leurs raisonnements et leurs arguments, l'évolution de ces raisonnements et arguments, les traces de leurs déstabilisations, leur prise de distance épistémique. Les deux auteurs ont analysé indépendamment les réponses écrites et la transcription des débats. Les divergences apparentes d'analyse des deux auteurs ont été facilement négociées. Dans un souci de validité des résultats, nous avons ainsi procédé à un double processus de triangulation en recherchant la convergence à travers l'analyse de différentes sources de données (questionnaires ouverts, débats) et à travers l'analyse de ces données par deux chercheurs.

Jeu 1 :

Qu'évoque pour les enseignant(e)s la relation alimentation-environnement ?

Tout d'abord soulignons sur le plan méthodologique l'intérêt de faire classer dans un second temps l'importance des idées énoncées, ce qui est rarement fait. Il s'agit là du principe de l'évocation hiérarchisée proposée par Abric (2003) car les individus peuvent énoncer en dernier ou pas au premier rang ce qui est finalement le plus important pour eux. C'est ce que nous avons observé pour plus de la moitié des enseignant(e)s interrogés.

Cette question très ouverte pouvait engendrer des réponses très variées centrées sur l'agriculture, la durabilité, la santé, la sécurité alimentaire, à des niveaux différents (global, filière, système de production, individuel).

Pour les enseignant(e)s de zootechnie, la relation alimentation-environnement évoque la notion d'équilibre, l'agriculture raisonnée ou biologique, la prise en compte de l'ensemble de la filière agroalimentaire et la relation entre système de reproduction et développement durable. L'enseignant d'agronomie la rattache au problème de la santé. Pour les enseignant(e)s de sciences économiques et sociales⁸, les points les plus importants sont en relation avec des questions globales (la gestion des ressources et des déchets, l'augmentation des besoins alimentaires), des questions plus ciblées (l'utilisation de beaucoup d'emballages par les industries agroalimentaires, le problème du transport des produits importés, les systèmes agricoles intensifs). Un d'entre eux soulève la notion de respect du corps, de la nature et des animaux.

⁸ Nous les désignons parfois par le terme générique « économistes », ce qui ne signifie pas qu'ils adhèrent plus particulièrement à une idéologie productiviste.

Comment envisagent-ils d'enseigner cette relation ?

On observe une double influence dans les réponses des enseignant(e)s : disciplinaire et didactique en lien avec la formation récente qu'ils ont suivie.

En relation avec le champ didactique, ils proposent d'analyser le système de représentations-connaissances des élèves, de provoquer des conflits socio-cognitifs, de développer des débats (par exemple entre « pro-bios et anti-bios »). Pour zootechniciens et agronome, l'enseignement est majoritairement conçu autour de l'analyse des filières agroalimentaires. L'expression « de la fourche à la fourchette » illustre pour eux cette approche. Un zootechnicien (Z5) conçoit une analyse de nature strictement technique ciblée sur la production porcine. Les économistes envisagent des activités liées au tri des déchets et au recyclage.

Quels sont les enjeux de cet enseignement pour eux ?

Pour les zootechniciens et agronome, les enjeux sont de développer l'esprit critique (la réflexion, la prise de conscience, le recul...), de faire comprendre la complexité de cette question au niveau mondial, la diversité des raisonnements des différents acteurs des filières. Seul Z5 se maintient dans une posture « technicienne » : il s'agit pour lui de faire comprendre « *comment faire évoluer les techniques d'élevage pour répondre à un problème de société sans remettre en cause les performances zootechniques* ».

Dans la rationalité critique promue par l'École de Francfort⁹, les buts d'efficacité ou de progrès techniques justifiant tous les moyens employés ne doivent pas être placés au-dessus de la démocratie, l'éducation a un rôle central dans la transformation sociale. On peut reprendre à ce sujet l'argumentation de Jimenez-Alexandre et Erduran (2008). Elles citent Carr et Kemmis (1986) qui opposent rationalité critique et rationalité technique ; à partir de cette dernière, tout problème a une solution technique et les individus n'ont pas à exercer leur réflexion pour contrôler le monde. L'enseignant Z5 veut favoriser la rationalité technique des élèves.

Les économistes souhaitent encourager la prise de conscience de l'impact d'une « bonne » alimentation sur la santé et sur l'environnement. A propos de la santé, il convient par exemple de développer « *l'esprit critique des élèves par rapport aux publicités* » E1. Sur l'environnement, il s'agit de faire prendre conscience que « *les ressources peuvent s'épuiser* » E3 ; « *qu'il faut consommer des produits de saison* » E4. Pour ce dernier, il faut « *faire sortir les élèves des stéréotypes bio/intensif* ». E2 se rapproche d'une position en faveur de la rationalité technique, les élèves doivent retenir « *qu'on peut être performant (sur le plan économique et de l'autosuffisance) tout en respectant les ressources naturelles* ».

Jeu 2 :

La contribution à l'émission de gaz à effets de serre des postes liés à l'alimentation

⁹ L'École de Francfort est le nom donné, dans les années 1960, à un groupe d'intellectuels allemands réunis autour de l'Institut de recherche sociale. Son projet initial était d'accomplir une analyse critique des sciences sociales. Habermas, par un réinvestissement de la *théorie critique*, contribuera à fonder ce que l'on nommera la « Seconde génération de l'École de Francfort ».

Postes	Classement par les enseignant(e)s										Classement en Allemagne**
	Zootechniciens					*	Economistes				
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	A1	E1	E2	E3	E4	
La préparation, consommation au foyer (dont chauffage, réfrigération, ...)	5	5	5	2	5	3	5	4	2	3	2 (29 %)
La distribution (dont emballage et transport)	1	1	1	1	1	2	3	2	1	2	3 (13 %)
La transformation	2	3	3	4	4	1	4	3	3	4	5 (6 %)
La production agricole animale	3	2	2	3	2	4	1	1	5	1	1 (44 %)
La production agricole végétale	4	4	4	5	3	5	2	1	4	5	4 (8 %)

Tableau 5 : Classement des origines de GES par les enseignant(e)s

(* Enseignant d'agronomie ** Source : Kjer *et al.* 1994 in Jungbluth, 2004).

Aucun participant n'ordonne les réponses dans l'ordre obtenu dans l'étude allemande (cf. tableau 5). Il y a globalement une sur-évaluation des effets « pollueurs » de la distribution et de la transformation avec la conception que ces fonctions sont assurées par des industriels et de grandes entreprises qui sont des « gros » pollueurs. Les postes assurés par les ménages (chauffage, réfrigération...) sont sous-évalués.

De façon surprenante, tous les enseignant(e)s de zootechnie ne classent pas la production agricole animale comme premier poste contribuant le plus à l'émission de GES, alors qu'elle correspond à 44% de cette contribution. Cependant, 3 d'entre eux la classent en second en évoquant la nécessaire utilisation de productions végétales pour produire des animaux et le rejet par les vaches elles-mêmes de GES.

Pour tous les enseignant(e)s de zootechnie, le poste qui contribue le plus à l'émission de GES est la distribution (alors que ce poste ne produit que 13% des GES) à cause surtout de l'impact du transport du fait de la spécialisation des bassins de production, et à cause de l'utilisation d'emballages plastiques.

L'agronome classe en premier la transformation (qui est le poste qui contribue le moins à l'émission de GES) car « *plus le produit est transformé, plus il y a un impact énergétique, et plus il y a d'émission de GES* ». Cinq enseignant(e)s considèrent que la préparation et consommation au foyer contribuent le moins au GES, alors qu'il s'agit du second poste producteur de GES du fait de la sur-utilisation des fours et réfrigérateurs par rapport aux quantités à chauffer ou réfrigérer.

A l'inverse, 3 enseignant(e)s d'économie sur 4 classent effectivement en premier la production agricole animale. Seul E3 pense l'opposé car il associe ce poste à l'élevage de vaches en pleine nature pâturant des prairies naturelles, il exprime une représentation bucolique rare à observer aujourd'hui.

Nous voyons dans ces réponses une tendance à reporter la responsabilité sur ceux qui sont le plus éloignés des références de chacun.

Jeu 3 :

Qu'est-ce qui surprend les enseignant(e)s sur l'impact environnemental, exprimé en points d'Eco-indicateur 99 des différents modules impliqués dans un kilo de légumes acheté en Suisse ?

Dans le tableau 6, sont rassemblées les réponses des enseignant(e)s à cette question.

Surprises énoncées par les enseignant(e)s	Nombre de zootechniciens et agronome	Nombre d'économistes
Importance de l'impact du transport en avion	3	2
Impact environnemental de la production biologique plus néfaste que celui de la production intégrée	4	2
Impact environnemental du verre plus néfaste que celui du plastique	3	2
Peu d'impact du surgelé	1	
Même la conservation en frais a un impact	1	
Peu de différence d'impact entre les modes de consommation	1	

Tableau 6 : Réponses des enseignant(e)s à la question du jeu 3

En réaction à la figure 2, il y a surprise surtout sur deux points : l'agriculture biologique ne présente pas un intérêt significatif et l'emballage en verre est plus « polluant » que celui en plastique. Tous les enseignant(e)s sont surpris que la production biologique « pollue » légèrement plus que la production intégrée. Au contraire de la production biologique, la production raisonnée autorise les intrants chimiques, mais elle mobilise les mécanismes de régulation naturels pour limiter les intrants. 95% des exploitations suisses fonctionnent en production intégrée. L'agriculture conventionnelle n'existe quasiment plus dans ce pays.

Ils sont étonnés de l'ampleur de l'impact du transport par avion (même s'ils savaient que le transport en avion était très « pollueur ») et du fait que les emballages en verre dégradent plus l'environnement que les emballages en plastique (un économiste connaissait le problème du verre). Un zootechnicien n'imaginait pas que même la conservation en frais ait un impact et qu'il y ait peu de différences sur les modes de consommation. Les résultats présentés confirment leur idée sur l'impact environnemental de la production sous serre.

Ils déduisent de ces recherches qu'il faut acheter sur le marché local des légumes frais du « terroir », locaux, produits en pleine terre en agriculture intégrée et sous emballage plastique. Z4 écrit « *les modes de consommation actuels (fruits de l'autre bout du monde en plein hiver chez nous, légumes hors saison produits sous serre) sont très mauvais¹⁰ pour l'environnement ! Nos choix alimentaires nous rendent responsables de notre environnement.* »

L'agronome encourage à faire attention aux critères, aux indicateurs qui peuvent être plus ou moins pertinents et plus ou moins impartiaux. Nous reviendrons plus loin sur cette déclaration. E4 invite à se méfier des idées reçues.

Confrontés à l'information suivante : « *Pour la viande, le module production agricole domine largement les autres en termes d'impact environnemental, notamment en raison des apports excessifs en fertilisant et acidification provoqués par les effluents d'élevage et la production de l'alimentation animale.* », les réactions sont partagées. L'agronome considère ce résultat « logique ». Il propose de rapprocher les zones de production végétale des zones d'élevage pour diminuer le transport et augmenter la surface d'accueil des effluents. Les économistes ne se déclarent pas surpris. E1 considère qu'il n'est pas nécessaire de manger de la viande tous les jours, que la ration protéinique peut être apportée par des légumes, céréales et légumineuses. E3 invite à privilégier les animaux « à cycle court » comme les poulets, les lapins et les porcs, car la viande rouge est plus « coûteuse pour l'environnement ». Il montre

¹⁰ C'est Z4 qui souligne.

dans cette déclaration un renversement radical de point de vue, c'était lui qui considérait l'élevage bovin de façon « bucolique » et non polluant.

Les zootechniciens rejettent ou nuancent ce résultat qui remet en cause leur utilité professionnelle. Pour Z1, « *c'est une vision tout à fait pessimiste et faussée. C'est différent aujourd'hui à cause des recherches* ». Il s'inscrit dans une rationalité technique. C'est aussi le cas de Z5 « *c'est une justification du végétarisme, il faut expliquer que des choix techniques peuvent moduler les choses* » qui reste très flou dans la description des solutions techniques. Z3 dévoile aussi sa confiance en la rationalité technique en proposant une solution « *intrants et rejets peuvent être diminués en gérant l'alimentation animale* ». Et Z4 nuance le résultat de Jungbluth « *c'est différent selon les espèces, et il y a des différences selon les modes de production dans une même espèce ; ce phénomène est lié aux zones de production de viande très intensives et très denses* ».

Jeu 4 :

A ce stade, les enseignant(e)s ont vécu plusieurs conflits socio-cognitifs liés à la confrontation avec des données qui s'opposaient à leur « bon sens » ou à la vulgarisation sur les questions environnementales. Lorsqu'il leur est demandé de justifier quelle est la chaîne de production-transformation-distribution la moins coûteuse en énergie finale : celle de la viande d'agneau « régionale » ou celle de la viande d'agneau « mondiale » de Nouvelle-Zélande, ils hésitent à énoncer la réponse qui leur a toujours semblé évidente : l'agneau de Nouvelle Zélande est plus coûteuse en énergie finale ! Ils craignent une nouvelle déstabilisation, ce qui les encourage à approfondir la question en détaillant les documents fournis. Ils ne réussissent pas à se construire un point de vue fondé. Ce qui se traduit par les échanges suivants, nos commentaires sont en italique¹¹.

Chercheur : Alors qu'est-ce que vous en pensez ?

Z1 : En fait moi j'ai mis l'égalité parce que le problème en Nouvelle Zélande ça va être plutôt de la nourriture. Peut-être qu'au niveau de la production, la consommation énergétique sera minimale, par contre ils consommeront plus en transport, et puis inversement la production régionale, ils ont moins de transport, mais par contre au niveau de la production ce sera peut-être plus coûteux.

A : Regarde le berger qui pendant 7 mois fait des allers-retours le jour entre la gare et son domicile et l'hiver il va les nourrir en stabulation, du point de vue énergétique...

Chercheur : A ton point de vue c'est ... ?

A : Pour moi ça serait ... au départ j'ai marqué elle doit être très proche, et au fur et à mesure que j'écrivais, je me dis... ça a évolué, l'impact énergétique, uniquement énergétique, on ne parle pas d'autre chose, je pense qu'il est même supérieur avec l'agneau régional.

A précise l'indicateur utilisé qui étaye son choix.

Z2 : Voilà moi aussi.

A : L'agneau régional peut avoir un impact supérieur à l'agneau de Nouvelle Zélande parce que l'énergie consommée par le transport en plus est diluée avec je ne sais plus combien, 2500 conteneurs de produits ça te fait combien 6000 et quelques tonnes, non 2000, 2066 tonnes de viande d'agneau de poids net.

Z2 : Je pense que la Nouvelle Zélande est moins ...

A : Oui tout à fait, tout à fait.

Z2 : Moins coûteuse en énergie.

¹¹ Pour ne pas allonger exagérément cet article, et étant donné que les lecteurs de la revue *Didaskalia* appartiennent majoritairement à la communauté des didacticiens des sciences et technologie, nous n'avons repris que des extraits du verbatim des échanges entre enseignant(e)s de sciences agronomiques (zootechniciens et agronome).

A : Tout à fait, il y a de fortes chances.

Z2 : Est-ce que vous ne croyez pas que par rapport au mode de production dont on a dit que c'est ce qui pesait le plus tout à l'heure, c'est 52 % pour l'agriculture le mode de production, par rapport au gaz à effet de serre qui n'est qu'une partie de la question ? On pourrait nous faire dire que qu'en fait en Nouvelle Zélande, on a un système super extensif donc du coup moins consommateur, enfin moins producteur de gaz et moins...

Z2 mobilise les résultats qui l'ont surpris précédemment sur la contribution de la production aux GES. Il identifie une limite au raisonnement précédent du fait qu'il s'agisse en Nouvelle Zélande d'un système « super extensif ».

A : Oui mais là on ne parle que d'énergie.

A rappelle que dans cette partie, l'indicateur est l'énergie, pas l'Eco-indicator99.

Z2 : Oui mais ça pèse pour beaucoup quand même par rapport à l'énergie finale.

Chercheur : Oui, Z3, toi tu penses quoi ?

Z3 : Oui, moi j'ai longtemps hésité, après réflexion j'ai mis plutôt [] je me suis plus focalisé peut-être sur le transport, en plus le fait que ce soit du transport frigorifique, sur-consommation d'énergie, mais après c'est sûr qu'en termes de consommation d'énergie au niveau de la production je pense aussi que la production d'aliment est beaucoup moins consommatrice que ce qu'on peut voir au niveau régional, mais après pour trancher entre les deux, c'est pas évident.

Chercheur : Une question subsidiaire, qu'est-ce que vous pensez que les élèves diraient ?

A : Que la production régionale est moins coûteuse en énergie que... tout à fait oui !

A traduit ainsi la position que tous avaient avant leur participation à cette situation didactique déstabilisante.

Enfin, à la demande d'un des auteurs, après beaucoup d'hésitations, ils sont aussi nombreux à penser a) que l'agneau régional consomme plus d'énergie finale, b) que l'agneau néo-zélandais consomme plus d'énergie finale et c) que la consommation est identique dans les deux cas.

Pourtant, au vu des résultats (tableau 3), ils sont extrêmement surpris par l'ampleur de la différence de consommation d'énergie entre les deux chaînes : 1,5 kWh/kg de viande d'agneau régionale contre 0,3 kWh/kg de viande d'agneau néo-zélandais. L'extrait suivant illustre leurs difficultés à accepter ces résultats :

Z1 : Moi j'aurais dit un rapport de 1 à 2 mais pas de 1 à 10.

Z1 commet une erreur, le rapport est de 1 à 5, non pas de 1 à 10. Cette erreur trahit peut-être l'ampleur de sa déstabilisation.

Z2 : Oui, mais c'est ramené au kilo si tu regardes. C'est divisé par les quantités transportées. Si on prend au global la région [tout le monde parle] Il y a 200 kilos par transport [tout le monde parle]

A : Et la part du routier est plus importante que le maritime au kilo, est moins importante, et moins importante oui.

Z2 : Oui il fait, c'est peut-être la distance aussi 15 kg de carburant par 6 kilos de viande.

Chercheur : Alors vos réactions par rapport au tableau ?

Z3 : Je te le dis franchement, à froid là j'ai du mal à le comprendre, vous allez trouver que c'est... mais retour sans charge par exemple là spontanément, je suis en train de me dire qu'est-ce que c'est que ce truc, ça veut dire est-ce qu'on rentabilise le trajet en transportant autre chose ?

Z1 : Oui, est-ce que ta camionnette revient vide après ton marché ? Par contre le bateau, il repart en Nouvelle Zélande plein. C'est ça, c'est là que tu ne fais pas un voyage à vide, tu ne paies pas ton coût de transport.

Z3 : Mais je trouve qu'on ne devrait pas non plus intégrer le retour du bateau, je ne vois pas pourquoi on l'intègre alors.

Z1 : Mais non justement il n'est pas intégré, parce qu'il revient avec une charge, donc il n'est pas intégré, par contre ton camion revient à vide.

A : Alors que ta camionnette elle repart à vide.

Z4 : Pour amener, tu es obligé de faire l'aller retour pour amener ton agneau, donc c'est normal que tu comptes l'aller retour.

Dans tout cet échange, les enseignant(e)s interrogent la méthode utilisée.

Au milieu de ce débat, Z1 élargit spontanément la question : « Il y a aussi, est-ce que l'on peut garder un paysage ouvert ? ». Il introduit un indicateur très différent, qui, comme nous le verrons plus loin, est pointé par les chercheurs qui critiquent la recherche de Schlich *et al.* En effet, si l'on ne maintient pas l'élevage local, le paysage s'enfrichera. Un paysage ouvert, apprécié par les habitants et les touristes peut être un indicateur environnemental.

Dans le contexte de l'après-Grenelle de l'environnement en France où a été proposée la mise en place d'une taxe carbone aux produits pour modifier les comportements en donnant un prix à la pollution, les enseignant(e)s assimilent quantité de CO₂ émis et énergie finale consommée et finalement débattent du bien fondé de cette taxe qui a permis de vulgariser l'idée que les produits venant de loin polluaient plus (sans nuancer la question en fonction du mode de transport par bateau ou par avion) et qu'il fallait consommer local.

Z1 : Il y a aussi est-ce que l'on peut garder un paysage ouvert ?

A : Heureusement que ce n'est pas le seul critère. Mais après tu peux plus te permettre de taper sur certaines productions externes en disant de toute façon ça coûte cher rien qu'en transport.

Z2 : C'est pas vrai.

A : C'est pas forcément l'argument que tu peux mettre en avant, sauf en étant de mauvaise foi.

Z3 : La taxe CO₂ c'est ça. C'est de dire...

A : Oui, donc les produits régionaux qui sont déjà chers, on va les payer encore plus chers en théorie.

Z3 : Si ça vient de loin, ils sont plus taxés.

Z1 : C'est une manière de remettre des taxes douanières cachées.

Z1 : C'est le même principe que la pastille verte des voitures, ils disent que c'est pour l'environnement, mais ça n'a rien à voir.

A : Tu crois, tu crois, je ne pense pas que tu puisses mettre les taxes douanières en disant juste par rapport à l'impact [...]

A : Ou d'augmenter parce que là ça ne passera plus au niveau de l'OMC¹².

Z1 : Non justement, il utilise les motifs de l'environnement pour [...]

A : C'est pas forcément un argument valable qui passerait.

Chercheur : Non c'est tout à fait pertinent parce que c'est la question du classement des aides qui est un objet de négociation au sein de l'OMC, les aides au « soutien des prix » qui entrent dans ce qui est défini comme la boîte orange devraient être supprimés, mais ce qu'on fait passer dans la boîte verte est environnemental et peut être maintenu, ce qui pourrait être le cas

¹² Organisation Mondiale du Commerce

sur des produits moins consommateurs de CO₂, la manière de faire passer une aide fait que c'est plus ou moins accepté par l'OMC¹³.

A : Tout à fait, sous forme d'aides incitatives ou des trucs comme cela et non plus en termes de taxe.

Dans cet épisode, le chercheur franchit la ligne de partage topogénique entre lui et les enseignant(e)s. « La topogénèse pose la question qui ? plus précisément qui ?. Elle incite à identifier comment le contenu épistémologique de la transaction (entre enseignants et apprenants) est effectivement réparti entre les transactants » (Sensevy, 2007, p. 32). Dans ce jeu, le chercheur cherche à « densifier » le savoir questionné pour favoriser la mobilisation d'un nouveau système sémiotique (Sensevy et Mercier, 2007). Le surgissement des champs économique et politique au sein du débat est amené par un participant et vient complexifier la question lorsqu'elle est reprise par le chercheur. Les enseignant(e)s s'offusquent alors de cette manipulation d'« étiquette » entre les différentes « boîtes » définies dans le cadre des négociations de l'OMC.

Z2 : En gros c'est comme une taxe douanière.

A : Moi je suis un analyste d'un pays de Nouvelle Zélande par exemple, l'argument n'est pas recevable, et je les balance tout de suite en contentieux.

Z2 : Ils vont se battre.

A : J'irai tout de suite en contentieux à la limite.

Z1 : Ça m'énerve que l'on mette le mot environnement sur des choses qui ne sont pas là pour aider l'environnement, je supporte pas ! C'est ce qu'ils sont en train de faire, tout ce qui est sorti du Grenelle c'est ça et il y a rien pour l'environnement, c'est tout, il y a des raisons cachées là dessous pour l'économie. Il n'y a rien, c'est mon opinion personnelle

Le changement d'indicateurs (énergie finale / Eco-indicator 99) ou le changement du mode de transport (par bateau et pas par avion) par rapport au jeu précédent est rappelé par des participants :

E1 : C'est par bateau

E2 : C'était le piège

Cette remarque révèle la prise de conscience de l'enjeu didactique de ce coup de théâtre programmé. L'évidence est remise en cause par « l'évidence », par une « preuve » inattendue.

Jeu 5 :

Confrontation à la controverse soulevée par les résultats de Schlich

Les réactions des enseignant(e)s à la présentation de la controverse de Schlich sont présentés dans le tableau 6. La présentation de la controverse à la fin de l'activité les conduit à effectuer une réflexion de nature épistémologique et à se rendre compte de l'intérêt de faire identifier par les élèves les modalités de construction des savoirs scientifiques, à se rendre compte de l'incidence du choix des indicateurs dans la démonstration et que ces choix trahissent des orientations politiques. Que veut-on favoriser dans une société ? l'économie locale, le tourisme, les paysages ? limiter uniquement les coûts énergétiques ? combiner différents intérêts ? Bref, ils réalisent que ce type de stratégie didactique entremêlant verbalisation des représentations des acteurs, conflits socio-cognitifs, débats peut permettre aux élèves de mieux comprendre la production des sciences et l'incidence réciproque entre choix politiques

¹³ Les mesures économiques négociées dans le cadre de l'OMC sont classées en trois catégories dites, « trois boîtes » : la boîte verte regroupe les mesures destinées à préserver l'environnement et sont admises par l'OMC ; la boîte bleue regroupe les mesures d'ordre social (maintien des revenus par exemple) ; la boîte orange regroupe des mesures susceptibles de perturber le marché (par exemple des taxes douanières) et qui doivent disparaître à terme.

et choix scientifiques. Ils questionnent aussi l'influence des financeurs sur les résultats des recherches.

Réactions sur la controverse	Nombre de zootechniciens et agronome	Nombre d'économistes
Complexité de la problématique	2	2
Nécessaire multiplication des points de vue	4	2
Nécessaire prise en compte d'autres indicateurs	3	2
Existence de points de vue divergents avec les mêmes données	1	
Incidence du point de vue des chercheurs	1	
Incidence de points de vue divergents sur les méthodes, mesures et résultats	3	2
Incidence des financeurs	1	
Le choix des indicateurs trahit les orientations politiques	2	

Tableau 6 : Réactions des enseignant(e)s à la controverse soulevée par les résultats de Schlich

Voici des extraits des réponses écrites de quelques enseignant(e)s.

Z1 : « C'est très intéressant, cela montre la complexité de la problématique des impacts environnementaux. Il ne faut pas considérer un seul point de vue, ne pas tirer une conclusion hâtive d'une étude. »

Z3 : « Il faut mettre en avant avec des élèves les limites d'une étude. Cela permet de comprendre la mise en place (sic !) du savoir scientifique et l'existence de points de vue divergents avec les mêmes données . »

Z4 : « Cela montre l'incidence du point de vue dans lequel on se positionne. Il faut bien replacer dans un contexte et selon les méthodes et mesures employées. Des idées divergentes donnent des résultats divergents. »

E 2 : « Penser aux plus de paramètres possibles lors d'une étude comparative. »

Sadler, Barab et Scott (2006) ont élaboré de façon théorique un raisonnement socio-scientifique à partir de quatre opérations souhaitables pour analyser les questions socio-scientifiques :

- l'analyse de la complexité inhérente à la question étudiée,
- l'examen de la question à partir de différents points de vue,
- la perception que la question doit être soumise à des recherches complémentaires dans les champs scientifique et social,
- et l'expression de scepticisme vis-à-vis d'informations qui peuvent être biaisées.

On peut dire qu'à l'issue de ce travail, les enseignant(e)s ont quasiment développé un raisonnement socio-scientifique qui interroge la construction des savoirs scientifiques. A ceci près qu'ils n'expriment pas de scepticisme vis-à-vis d'informations qui peuvent être biaisées. Ils ne soupçonnent pas de malhonnêteté, mais reconnaissent l'incidence des orientations politiques sur les approches théoriques et méthodologiques, et par voie de conséquence sur les résultats produits.

Le débat des enseignant(e)s enchaîne deux épisodes. Le premier porte sur la polémique scientifique, sur l'intention délibérée ou non de Schlich de provoquer, sur la légitimité de choisir une méthodologie différente. Le second épisode discute le risque de manipulation du lecteur. Pensent-ils à eux-mêmes puisqu'ils ont subi cette déstabilisation ou à l'influence de la

vulgarisation scientifique sur tout citoyen ? Dans cet épisode, certains y voient l'intérêt de favoriser la rationalité critique, en cohérence avec les enjeux qu'ils ont affichés au départ. Voyons des extraits du débat à propos de la controverse soulevée dans ces deux épisodes.

Extrait de l'épisode 1

Chercheur : Comment ça vous fait réagir ça ?

Z1 : J'ai l'impression que le chercheur est attaqué sur des choses dont son article ne voulait pas être représentatif. On lui dit n'avoir pas tenu compte d'économie, du paysage, mais c'est clair que dans son étude, de toute façon, c'est un impact hyper ponctuel, plus précis et que ça représente pas l'impact global, donc enfin ça limite l'intérêt de son étude, ça c'est sûr, mais pourquoi lui reprocher ?

A : Moi je me demande s'il ne l'a pas fait exprès, pour jeter un gros pavé dans la mare.

Z2 : Oui, il a voulu déranger, il a réussi.

A : Pour montrer qu'en fonction de quel point de vue on se place, on peut aborder, atteindre les objectifs différents de l'objectif global.

A : Chacun a des arguments bien justifiés, c'est vrai que là on ne parle pas d'impact écologique global, ce qui n'était pas l'objet de l'étude, mais qui existe aussi réellement donc ça c'est à la limite, ça peut être un point à intégrer dans une discussion globale qui n'est pas fautive, mais qui était là juste avant pour provoquer et pour jeter...

Z2 : Tu peux pas reprocher à un [...] de ne pas l'avoir fait.

A : Ah non il n'y a aucun reproche !

Z1 : En fait sur un point de vue [...] on peut défendre des arguments qui sont pertinents, mais qui peuvent être contradictoires parce que l'on n'a pas le même point de vue.

Si tu parles d'écologie... On parle aussi d'économie locale, pour moi c'est super important, Schlich il ne l'aborde pas.

Z3 : Il assume le fait de ne pas l'aborder, mais je comprends aussi qu'il y ait des personnes qui disent ça va pas quoi, il faut aussi aborder l'économie locale.

Z4 : Mais à ce moment là, ils font une étude.

Z2 : Je ne sais pas s'il l'a fait exprès, mais il n'a peut-être pas pu envisager tous les aspects d'un coup quoi.

Extrait de l'épisode 2

Z1 : Moi je trouve, il faut pas dire si c'est bien ou si c'est mal, je trouve que son étude est intéressante, mais seulement il n'a pas pris en compte les autres critères. Donc la vulgarisation de l'étude seule ça peut être dangereux.

A : Dangereux pour qui ?

Z1 : Pour le lecteur, en fait ça peut très bien le leurrer.

Z2 : Ça dépend si tu mets l'esprit critique avec.

Z2 : Dans la vulgarisation tu peux de temps en temps, en disant attention c'est uniquement de la consommation d'énergie, c'est pas de l'impact global.

Z1 : Voilà, ça il faudrait bien le signaler auprès du lecteur, parce que le lecteur, première erreur il va se dire, ah bien je vais consommer de [...] il peut très bien ne pas prendre le recul, je pense qu'il faut replacer ça dans un contexte, dire on a omis ça et ça

Z1 : Et ça peut être d'autant plus dangereux que quand on lit on ne retient pas forcément, tu m'as dit tout à l'heure que quand on parle très vite et qu'on dit deux mots voilà ça peut être interprété, si tu lis un article ou un graphique tu ne retiens pas forcément le petit alinéa, l'astérisque ou le machin, truc, et tu retiens une idée qui quand tu la sors du contexte, du coup elle perd toute sa pertinence.

A : Sa substance, mais là depuis tout à l'heure on parle de bilan énergétique. On sait très bien de quoi l'on parle.

Z1 : Est-ce que l'on était tous d'accord, on n'était pas tous d'accord que la Nouvelle Zélande était moins ...

A : On n'avait pas le sentiment que l'agneau venant de Nouvelle Zélande avait moins d'impact énergétique que l'agneau régional, là on était tous d'accord.

Les enseignant(e)s admettent après-coup leur position spontanée sur le fait que la production locale d'agneau était moins consommatrice d'énergie, position qu'ils ont questionné à la suite des différentes déstabilisations vécues.

A : On ne s'y attendait pas.

Z3 : Ben oui !

A : A ce point...

Z1 : Que le lecteur ...

A : Oui, oui tout à fait !

Z2 : Et pourquoi pas le déranger ?

Z1 : C'est pour ça qu'il dit c'est dangereux, ça peut être dangereux si le lecteur ne retient que le truc très partiel, ce qui est souvent le cas.

A : Justement l'effet d'ouvrir la polémique, je pense justement que ça peut éviter de tomber dans ce travers et de dire qu'on n'a qu'un seul point de vue et que du coup on prend ça pour vérité, on ne voit pas tout ce qui est derrière, la polémique, elle peut servir à ça dans ce cas.

A : À qui elle sert la polémique ?

Après avoir échangé sur cette controverse, les enseignant(e)s identifient à l'écrit des applications didactiques potentielles (tableau 7).

Applications didactiques envisagées sur :	Nombre de zootechniciens et agronome	Nombre d'économistes
L'incidence des indicateurs sur les résultats	6	4
La nécessaire multiplication des points de vue	4	2
Les limites d'une étude	3	2
L'incidence de points de vue divergents sur les méthodes, mesures et résultats	3	2
La relation entre les orientations politiques et les orientations de recherche	2	4

Tableau 7 : Applications didactiques envisagées par les enseignant(e)s

Jeu 6 :

Il était demandé aux enseignant(e)s de revenir sur la manière dont ils envisageaient initialement de traiter de la question de la relation alimentation-environnement en relisant ce qu'ils ont écrit dans le jeu 1. Ils ont seulement énuméré des applications didactiques possibles à l'issue du jeu 5, sans pour autant changer leur scénario d'enseignement initial. Un seul enseignant d'économie a modifié son scénario initial en privilégiant une approche à partir des « idées reçues », les autres n'ont rien modifié à l'écrit sans doute parce que la déstabilisation a été grande et nécessite du temps pour être intégrée dans un dispositif d'enseignement.

Dans le groupe des sciences agronomiques, les modifications sont mentionnées à l'écrit par une personne (Z3) qui propose « *Apporter des exemples contradictoires perturbants* ». Ils ne remettent pas en cause l'organisation globale de la séance d'enseignement, mais envisagent d'y intégrer des perturbations fortes des idées reçues. Un zootechnicien souhaite mettre en œuvre en classe le scénario que nous leur avons fait expérimenter. Ces propositions sont reprises dans le débat.

Chercheur : Tout dépend des enjeux que veut l'enseignement derrière...

A : Si on est en tant qu'enseignant, oui on peut montrer, après en tant que décideur, en tant qu'écologiste et on peut ouvrir le débat, un économiste, il y a toutes les diversités d'entrées et de regarder le même objet en fonction de l'endroit où l'on est situé, on n'a pas la même vision de la chose. Si on est proche, très impliqué dans le..., c'est sûr celui qui produit l'agneau d'Allemagne et qui a lu cet article là, personnellement je serais producteur, je réagirais rapidement et peut être violemment.

Chercheur : pour déstabiliser les élèves, pour les déstabiliser ou les ouvrir sur qu'est-ce que c'est que la nature des savoirs scientifiques, comment ils se construisent et comment on peut avoir des points de vue divergents sur des questions.

Z2 : Avec les mêmes données...

Chercheur : Oui, ce qui est quelque chose que les élèves ont du mal à comprendre.

Z1 : il faut prendre un peu de recul, créer une polémique, moi ça ne me dérange pas. Enfin parce que je trouve ça un peu justifié quoi. Parce que ça se comprend. Surtout après toute la démarche que l'on vient de faire. On aurait commencé par ça...

Chercheur : C'est pas pour rien que je l'ai mise à la fin, l'introduction. C'est aussi une stratégie pour moi, didactique, de l'avoir construit comme ça tout ce scénario, quand on parlait de scénario, c'est une illustration que je vous ai fait vivre en même temps je vous le faisais vivre et je vous faisais vous mettre dans la position en tant qu'enseignant, comment vous voyiez les choses ? qu'est-ce que vous utiliseriez ? pourquoi ? C'était ça l'idée.

Et alors si vous reprenez ce que vous avez dit en premier à la page 1, l'idée c'était ça, j'avais laissé de la place à droite pour qu'en face...

Par rapport à ce que vous disiez au départ, est-ce que ça change les choses ou est-ce que ...

A : Par rapport à quoi, par rapport à l'enseignement ?

Chercheur : Oui, par rapport à l'enseignement, on va revenir sur l'enseignement de cette relation alimentation-environnement. Est-ce que le fait, est-ce que ce travail là ça change les choses ? oui ou non ? Pourquoi ? Comment ?

A : Moi je dirais par rapport à la façon dont j'avais présenté les choses, ça changerait pas forcément, c'est juste les contenus qui changeraient. Qui potentiellement pourraient changer. Mais quand on parle des attentes des différents acteurs, des influences et des choix à chaque niveau, des différents modes de production, les différents risques liés à chaque étape d'un point de vue globalisation et après les supports et les exemples utilisés sont complètement différents, personnellement ça va m'obliger à venir chercher, pas l'information contradictoire, mais si !

Z2 : Si pondérer, on sait ; et nuancer.

A : Toujours pondérer, apporter une ouverture supplémentaire, quelque chose que je n'aurais peut-être pas fait naturellement à ce point, aussi perturbant.

Z3 : Parce que l'on a envie un peu d'imprimer en fait notre perception à nous aussi, enfin dans la manière dont on l'a présenté au début, on a appris un peu nous comment on ressent cette relation là, on se rend compte que c'est intéressant pour les élèves et pour nous d'avoir des exemples complètement contradictoires et comme ça d'y réfléchir dessus.

Au cours de ce travail, les enseignant(e)s n'ont pas eu suffisamment de temps de réflexion pour revoir la transposition interne de la relation alimentation-environnement. Toutefois, certains ont fait part de leurs craintes que des élèves soient trop perturbés par de tels jeux successifs ; ils considèrent qu'il faut « quand même » leur apporter une sécurité intellectuelle ! D'autres au contraire, confondus par leur propre évolution au cours de ce travail, y voient l'intérêt primordial de former l'esprit critique des élèves et de les familiariser à la construction des savoirs scientifiques. Ils envisagent de faire la même analyse sur d'autres dimensions de la relation alimentation-environnement (par exemple sur la santé). Notons que nous avons observé les effets de ce travail dans la construction et l'analyse critique de séances

d'enseignement réalisées ultérieurement. Au cours des analyses critiques rétrospectives des séances d'enseignement, ils ont fréquemment fait référence à cet épisode de leur formation, à l'importance de « déstabiliser » les élèves, à l'importance de faire comparer aux élèves des résultats scientifiques divergents.

Conclusion

Il y a eu effectivement déclenchement de conflits cognitifs chez les enseignant(e)s. La déstabilisation a été importante. On devrait parler d'ailleurs de déstabilisations successives. Le jeu 3 vient confirmer certaines représentations – le transport aérien est néfaste – et en infirmer d'autres – l'agriculture intégrée n'a pas un impact environnemental plus nocif que l'agriculture biologique ou les emballages en verre sont plus néfastes que ceux en plastique – tout en amenant une majorité de participants à confirmer l'intérêt de consommer des produits locaux. Cette conclusion du jeu 3 est totalement contredite par le jeu 4 qui, au travers des exemples qui sont pris, remet en cause l'intérêt des filières alimentaires locales. Ce même jeu 4 sera remis en cause et débattu dans le jeu 5. La caractéristique de ces conflits cognitifs, c'est qu'ils émergent non pas de différents points de vue dans le groupe mais d'une démarche progressive qui conduit les enseignant(e)s à être en contradiction avec des positions collectivement admises précédemment.

Il y a évolution de la compréhension de certains aspects de la construction des savoirs. L'expérience fonctionne sur la base d'une succession et d'une comparaison d'études scientifiques, en réalité elles interrogent sur les méthodologies et les indicateurs, et en même temps, elles démontrent que l'évaluation de la relation alimentation-environnement se fait sur des cas précis et contextualisés dont la généralisation n'est pas possible. Les enseignant(e)s ne sont pas placés face à une controverse fondée sur la non-validité des données fournies mais dans une démarche d'analyse critique. Cette démarche conduit les apprenants à s'interroger sur les hypothèses ou les indicateurs retenus dans la démonstration scientifique tout en étant prudents du fait de la complexité du réel non réductible aux « artéfacts » sélectionnés. Cette stratégie fonctionne car l'objectif n'est pas de conduire les enseignant(e)s à adhérer à un résultat « tangible », mais d'enrichir leur analyse critique des productions de la recherche en tenant compte des méthodologies et des indicateurs utilisés.

En ce qui concerne l'efficacité du dispositif pour susciter et faire émerger des réflexions sur la construction des sciences, il est indéniable que le dispositif fonctionne. Il faut cependant attendre le jeu 5 pour identifier des remarques, critiques ou interrogations épistémiques. Dans le jeu 4, leur représentation (la consommation de viande locale est moins consommatrice d'énergie que celle de la viande importée de Nouvelle-Zélande) est remise en cause par « l'evidence » rapportée dans tableau de comparaison de l'énergie nécessaire selon la chaîne d'approvisionnement. Cette « evidence » est reconnue mais longuement débattue. A ce stade, les interrogations ne portent pas encore sur le choix méthodologique ou l'intentionnalité du chercheur. Dans le jeu 5, ils discutent les modalités de construction des savoirs scientifiques à travers les choix de paramètres, méthodes, indicateurs... Les interrogations épistémiques émergent par la succession d'épisodes contradictoires mais sans doute aussi parce que ces déstabilisations sont validées collectivement. Le fait que tous les apprenants adhèrent personnellement et successivement aux différentes conclusions contradictoires a permis d'éviter des jeux rhétoriques observés parfois dans des débats (Simonneaux, 2001), jeux rhétoriques qui mettent à distance les réflexions épistémiques.

Nous avons observé des différences conceptuelles entre enseignant(e)s de différentes disciplines sur la thématique abordée. Notamment les enseignant(e)s de zootechnie ne

peuvent envisager que la production animale contribue fortement à l'émission de GES. Ceci a été confirmé avec d'autres groupes d'enseignant(e)s de zootechnie depuis cette étude. Par contre, globalement les enseignant(e)s, quelle que soit leur discipline, évoluent de manière similaire tout au long du scénario, en particulier dans leur questionnement épistémique. Cependant, il convient de rester prudent étant donné la taille réduite de l'échantillon, même si nous avons observé des résultats identiques depuis.

Dans le cadre de l'éducation au développement durable, une orientation comportementaliste est promue au travers de l'engagement dans l'action et de l'exemplarité. Cette expérimentation montre les difficultés à prendre en compte la « totalité » ou la complexité du réel. Nous voyons ici la nécessité d'associer un questionnement critique à la promotion de comportements alimentaires « respectueux » de l'environnement. En termes de perspective d'enseignement, ce genre de scénario nous paraît transférable, mais sans doute pas à n'importe quel niveau ou dans n'importe quel contexte, mais il nous semble qu'il peut être transposé avec des élèves de lycée agricole déjà sensibilisés aux problématiques de développement et d'agriculture durable. On peut imaginer une simplification des données dans un cadre scolaire, Cependant, nous faisons l'hypothèse que l'apparition d'une réflexion épistémique émergera plus facilement après plusieurs jeux didactiques contradictoires, intégrant des phases de validation / reformulation collective.

Références :

- ABRIC J.-C. (Ed) (2003). Méthodes d'étude des représentations sociales. Eres : Ramonville Saint Agne.
- ALBE V. (2007). Des controverses scientifiques socialement vives en éducation aux sciences – Etat des recherches et Perspectives, Mémoire de synthèse pour l'Habilitation à Diriger des Recherches, Université Lumière Lyon 2.
- BERR E. & HARRIBEY J.-M., (2005). Le concept de développement en débat, *Économies et Sociétés, Développement, croissance et progrès*, 43, 3, 463-476.
- BOYER R. & POMMIER M. (2006). La généralisation de l'EEDD vue par les enseignant(e)s du secondaire. Rapport INRP.
- CARR W. & KEMMIS S. (1986). *Becoming critical*. London : The Falmer Press.
- CHATEAURAYNAUD F. (2003). Incontournables présences. L'exercice de la vigilance sous contrainte du « principe de précaution », In C. Gilbert (dir), *Risques collectifs et situations de crise. Apports de la recherche en sciences humaines et sociales*. Paris : L'Harmattan, 111-125.
- CHATEAURAYNAUD F. (2004). La croyance et l'enquête. Aux sources du pragmatisme. *Raisons Pratiques*, 15, 167-194.
- GEORGESCU-ROEGEN N. (1972). *La Décroissance*, réédition 2004, Paris : Sang de la terre.
- JIMENEZ ALEIXANDRE M.-P. & ERDURAN S. (2008) Argumentation in science education : an overview, In M.P. Jimenez-Aleixandre & S. Erduran (Eds.) *Argumentation in science education : Recent developments and future directions*. Springer.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (2008). Designing argumentation learning environments. In S. Erduran & M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: perspectives from classroom-based research*, (pp. 91-115). Dordrecht: Springer.
- JUNGBLUTH N. (2000). Conséquences environnementales de la consommation alimentaire : évaluation des caractéristiques du produit au moyen d'un éco-bilan modulaire. Thèse ETH n°13499, Oko-Institut, Freiburg.
- KJER I., SIMON K.H., ZEHR M., ZERGER U., KASPAR F., BOSSEL H., MEIER-PLOEGER A. & VOGTMANN H. (1994). *Landwirtschaft und Ernährung*. Quantitative

- Analysen und Fallstudien Teilbericht A, Enquête-Kommission Schutz der Erdatmosphäre des Deutschen Bundestages (Rapport et alimentation. Analyses quantitatives et études de cas. Rapport A, commission d'enquête du Parlement Allemand pour la protection de l'atmosphère). Economica, Bonn.
- LEGARDEZ A. & SIMONNEAUX L. (2006). *L'école à l'épreuve de l'actualité - Enseigner les questions vives*, Issy-les-Moulineaux : ESF. 346p.
- LEGARDEZ A. (2004). L'utilisation de l'analyse des représentations sociales dans une perspective didactique. L'exemple des questions économiques, *Revue des Sciences de l'éducation*, vol XXX, n°3, 647-665
- LEROUX M. (2005). *Global warming, myth or reality ? The earring ways of climatology*. Springer, Praxis
- MALASSIS L. (1994). *Nourrir les Hommes*, Dominos-Flammarion, Paris.
- MANN M. *et al.* (1998). Global-scale temperature patterns and climate forcing over the past six centuries, *Nature*, 392, 779-787.
- MAPPIN M. & JOHNSON E. A. (2005). Changing perspectives of ecology and education. *In environmental education*. Chapter 1 E. A. Johnson and M. Mappin, editors.
- MEADOWS Dennis L. (1972), *Limits to growth*, (en français : Rapport sur les limites de la croissance, dans Halte à la croissance, Fayard, 1972)
- POLYAKOV G. *et al.*, (2003). Long-Term Ice Variability in Arctic Marginal Seas, *Journal of climate*, volume 16, 2078-2085.
- RASTOIN J-L., (2005). Le système alimentaire mondial est-il soluble dans le développement durable ? colloque SFER, Les institutions du développement durable des agricultures du Sud, Montpellier, 7-9 novembre 2005
- SADLER T. D., BARAB S.A. & SCOTT, B. (2007). What do students gain by engaging in socioscientific inquiry? *Research in Science Education*, 37(371-391)
- SANDOVAL, W. A. & MILLWOOD, K.A. (2005). The quality of students' use of evidence in written scientific explanations. *Cognition and Instruction*, 23 (1), 23-55.
- SEITZ F. (1996). A Major Deception on Global Warming, *Wall Street Journal*, June 12.
- SENSEVY G. (2007). Des catégories pour décrire et comprendre l'action didactique, In G. Sensevy & A. Mercier (dir.) *Agir Ensemble – L'action didactique conjointe du professeur et des élèves*. Presses Universitaires de Rennes. 13-49.
- SIMONNEAUX J. (2007). Les enjeux didactiques des dimensions économiques et politiques du développement durable, *Écologie & Politique*, 34. 129-140.
- SIMONNEAUX, L. (2001). Role-play or debate to promote students' argumentation and justification on an issue in animal transgenesis. *International Journal of Science Education*. Vol 23, N° 9, 903-928.
- TIBERGHIE A., MALKOUM L., BUTY C., SOUASSY N. & MORTIMER E. (2007). Analyse des savoirs en jeu en classe de physique à différentes échelles de temps. In G. Sensevy & A. Mercier (dir.) *Agir Ensemble – L'action didactique conjointe du professeur et des élèves*. Presses Universitaires de Rennes. 93-122.
- URGELLI B. sous presse, Éducation aux risques climatiques : premières analyses d'un dispositif pédagogique interdisciplinaire, *Aster*, 46.
- VINNIKOV K.Y., CAVALIERI D.J. & PARKINSON C.L. (2006). A model assessment of satellite observed trends in polar sea ice extends. *Geographical Research Letters*, 33, L05704, doi10.1029/2005GL025282.