



HAL
open science

Éducation à la citoyenneté et construction collaborative de raisonnements socioscientifiques dans la perspective de la durabilité : pédagogie numérique pour une approche interculturelle de QSV environnementales

Olivier Morin

► To cite this version:

Olivier Morin. Éducation à la citoyenneté et construction collaborative de raisonnements socioscientifiques dans la perspective de la durabilité : pédagogie numérique pour une approche interculturelle de QSV environnementales. Education. Université Toulouse le Mirail - Toulouse II, 2013. Français. NNT : 2013TOU20113 . tel-00962300

HAL Id: tel-00962300

<https://theses.hal.science/tel-00962300v1>

Submitted on 21 Mar 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Université
de Toulouse

THÈSE

En vue de l'obtention du

DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

Délivré par :

Université Toulouse 2 Le Mirail (UT2 Le Mirail)

Cotutelle internationale avec :

Présentée et soutenue par :

Olivier MORIN

Le lundi 25 novembre 2013

Titre :

Éducation à la citoyenneté et construction collaborative de Raisonnements SocioScientifiques dans la perspective de Durabilité : pédagogie numérique pour une approche interculturelle de QSV Environnementales

École doctorale et discipline ou spécialité :

ED CLESCO : Sciences de l'éducation

Unité de recherche :

UMR Education Formation Travail Savoirs

Directeur(s) de Thèse :

Madame Laurence SIMONNEAUX, Professeure des Universités, ENFA - Toulouse

Monsieur Jean SIMONNEAUX, Professeur des Universités, ENFA - Toulouse

Rapporteurs :

Madame Nicole Tutiaux-Guillon, Professeure des Universités, ESPE - Lille

Monsieur Jean Marc Lange, Professeur des Universités, ESPE - Rouen

Autre(s) membre(s) du jury :

Madame Valérie Tartas, Professeure des Universités, Université Toulouse II

Dr. Ralph Levinson, Institute of Education, University of London

Dr. Raphael Mathevet, Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive, CNRS - Montpellier

École Doctorale CLESCO (Comportement, Langage, Éducation, Socialisation, Cognition)
Unité Mixte de Recherche MA 122 EFTS (Éducation, Formation, Travail, Savoirs)
École Nationale de Formation Agronomique, Université Toulouse II Le Mirail

THESE
pour l'obtention du grade de
Docteur en Sciences de l'Éducation

Éducation à la citoyenneté et construction collaborative de Raisonnements SocioScientifiques dans la perspective de Durabilité

Pédagogie numérique pour une approche
interculturelle de Questions Socialement Vives
Environnementales

Olivier MORIN

25 novembre 2013

Tome I

Sous la direction de

Madame Laurence SIMONNEAUX

Professeure des Universités, École Nationale de Formation Agronomique, Toulouse (France)

Monsieur Jean SIMONNEAUX

Professeur des Universités, École Nationale de Formation Agronomique, Toulouse (France)

Marié et père, les trois années que je viens de vivre sont un cadeau. Laurence, Elodie, Louis, Antoine, vous avez pendant tout ce temps accepté mes absences, et subi mes doutes avec patience, humour, amour. Vous avez été solides et vous avez rendu cette histoire possible. Je vous la dois.

Cette thèse a été pour moi une très belle aventure intellectuelle et humaine. Elle est née de ma rencontre avec Laurence et Jean Simonneaux, avec qui le travail est un plaisir. Merci à vous pour la richesse de vos apports, la qualité de votre écoute, l'acuité de votre accompagnement. Votre confiance et notre amitié m'ont fait avancer, votre exigence a repoussé mes limites, votre engagement et votre disponibilité sans failles m'ont porté.

Je tiens à remercier Russell Tytler pour sa participation à la mise en place des échanges entre étudiants français et australiens, pour son regard critique sur les analyses du corpus, mais aussi pour son hospitalité et sa gentillesse lors de mon séjour à Melbourne, et pour ses encouragements durant tout ce parcours.

Je veux également témoigner ma reconnaissance à l'équipe de direction de l'IUFM de l'Université Lyon 1 et aux collègues de l'équipe de formateurs en didactiques des sciences, qui ont accepté pendant deux années d'aménager mon service de formateur. Je les en remercie vivement, particulièrement Géraldine Boivin-Delpieu dont le soutien et l'amitié sont précieux.

Merci à tous les formateurs qui ont encadré avec moi les activités des étudiants : Laura Barazza à Melbourne, Pierre Chareyron à Lyon, Laurence et Jean Simonneaux à Toulouse. Je remercie aussi tous les doctorants et participants aux séminaires du laboratoire pour leur intérêt porté à ma recherche, en particulier Alfredo Lescano grâce à qui j'ai découvert le champ des analyses discursives. Bonne route à Nadia Cancian, Amélie Lipp, Michel Vidal, Alain Sarda, vos thèses seront de grands moments. Merci encore, à Laurence Morin qui n'a pas seulement accepté de vivre avec un mari étudiant pendant trois ans, mais qui a aussi participé activement à mon travail, lors des traductions du corpus grâce à ses compétences de professeure d'anglais, et ... qui termine la relecture du manuscrit à l'heure où j'écris ces lignes.

Merci enfin à tous les étudiants, anonymes dans ce texte, qui ont joué le jeu des expertises collégiales de QSVE avec sérieux et sincérité, et sans qui tout ce travail n'aurait pas de sens.

Table des matières

Table des matières	6
Liste des annexes	10
Liste des tableaux.....	12
Liste des figures.....	14
Liste des acronymes	16
Introduction	18
Partie 1 : Questions Socialement Vives Environnementales et enjeux du monde contemporain.....	22
<i>Chapitre I : Les Questions Socialement Vives Environnementales, enjeux de l'époque Anthropocène</i>	<i>24</i>
I.1. L'écologie, rencontre entre science et politique	25
I.2. Le Développement Durable, un compromis controversé	27
I.3. Du monde objet au monde projet.....	30
I.3.1. Les promesses des temps modernes	31
I.3.2. Critiques du progrès.....	32
I.3.3 Nouveau regard sur les relations Sciences-Technologies- Sociétés.....	33
I.4 La problématique de l'expertise des risques environnementaux, question socialement vive	36
I.4.1 Incertitudes et principe de précaution	37
I.4.2 Incertitudes et citoyenneté.....	38
I.4.3 Incertitudes et collégialité de l'expertise	39
I.5 La participation démocratique, pour une politique de l'Anthropocène	43
Bilan du chapitre 1.....	44
<i>Chapitre II : L'éco-citoyenneté scientifique critique et active, enjeu de l'éducation post-normale.....</i>	<i>46</i>
II.1 Orientations des Éducatrices relatives à l'environnement et au développement durable.....	46
II.1.1 Une grille de lecture des postures en ERE	46
II.1.2 Approches françaises de l'ERE	48
II.1.2.1 Approches positivistes	48
II.1.2.2 Approches sensibles et interprétatives	50
II.1.2.3 Approches critiques	51
II.1.3 L'ERE tournée vers l'action en Allemagne, vers la conscientisation au Québec	53
II.1.4 Justifications, finalités et dérives possibles de l'EDD	55
II.2 Orientations d' (des) éducation(s) scientifique(s)	57
II.2.1 Nature des sciences, fonctions de l'enseignement scientifique	58
II.2.2 Scientific literacy, démocratisation des sciences	60
II.2.3 Perspectives éducatives de la scolarisation de controverses socioscientifiques	63
II.3 Contributions des ERE et éducations scientifiques à la participation démocratique.....	65
II.3.1 Neutralité et apesanteur sociale de l'enseignement scientifique « hors-sol ».....	66
II.3.2 Des éducations aux technosciences et à l'environnement en contextes authentiques	67
II.3.3 Portée politique d'une éducation à l'engagement citoyen.....	69
Bilan du chapitre 2.....	72

Partie 2 : Les Raisonnements SocioScientifiques dans la perspective de Durabilité, produits et processus collectifs..... 74

<i>Chapitre III : Caractérisation de Raisonnements SocioScientifiques dans la perspective de Durabilité.....</i>	<i>76</i>
III.1 Des raisonnements informels, processus et produits de l’expertise des QSVE	76
III.1.1 Des opinions raisonnées et argumentées.....	76
III.1.2 Relation entre maîtrise des savoirs et construction des argumentations	78
III.2 Des modèles d’analyses multiréférentielles de raisonnements socioscientifiques	81
III.2.1 Modèle du jugement réflexif	81
III.2.2 Modèle RSS (Raisonnement Socio-Scientifique)	82
III.2.3 Modèle SEE-SEP	82
III.3 La perspective de durabilité, adaptations du modèle RSS aux QSVE	83
III.3.1 Six dimensions pour caractériser les RSSD collectifs.....	86
III.3.2 Problématisation.....	87
III.3.2.1 Construire un problème	87
III.3.2.2 Prendre en compte la controverse.....	89
III.3.3 Interactions	90
III.3.3.1 Des approches multiscalaires	91
III.3.3.2 Des raisonnements systémiques	92
III.3.4 Savoirs.....	95
III.3.4.1 Pluralité de savoirs.....	96
III.3.4.2 Construction de cohérence(s).....	97
III.3.5 Incertitudes	99
III.3.5.1 Perception des risques	99
III.3.5.2 Prise en charge des incertitudes.....	100
III.3.6 Valeurs	101
III.3.6.1 Des valeurs à considérer.....	102
III.3.6.2 Des valeurs à expliciter.....	104
III.3.6.3 Des valeurs à questionner	105
III.3.7 Gouvernance.....	107
III.3.7.1 Gestion des biens environnementaux	107
III.3.7.2 Responsabilité collective et individuelle vis-à-vis des biens environnementaux	109
III.3.7.3 Options culturelles vis-à-vis des politiques des biens communs environnementaux	110
III.3.7.4 Construction d’espaces démocratiques	111
III.3.8 Progression des approfondissements dans les différentes dimensions	112
Bilan du chapitre III.....	114
<i>Chapitre IV : Interactions socio-discursives dans les apprentissages collaboratifs.....</i>	<i>116</i>
IV.1 La coopération en contexte scolaire, des communautés apprenantes face à l’authenticité des questionnements	116
IV.2 Approche interactionniste des dynamiques collaboratives.....	119
IV. 2.1 L’intersubjectivité dans l’apprentissage de savoirs établis.....	120
IV.2.2 L’intersubjectivité en situation d’incertitudes.....	122
IV.2.3 L’intercompréhension mutuelle, partage de mondes vécus	123
IV.2.4 Complexité et activité collective.....	124
IV.3 Approche interculturelle des apprentissages, implications pour l’analyse d’expertises collégiales de QSVE	126
IV.3.1 Approches interculturelles en pédagogie.....	127
IV.3.2 Approches comparatistes des cultures dans les recherches ayant trait aux QSVE	128
IV.3.3 Approche des QSVE sous l’angle de l’inter-culturalité : la rencontre des cultures dans la co-construction d’expertise collégiale	130

Bilan du chapitre IV	132
Problématique et questions de recherche.....	134
Partie 3 : Expérimentation	136
<i>Chapitre V : Méthodologie.....</i>	<i>138</i>
V.1 Dispositif didactique.....	138
V.1.1 Un scénario commun.....	138
V.1.2 Choix de QSVE.....	141
V.1.3 Revues de presse mises à disposition.....	141
V.1.4 Choix d'outils numériques	142
V.1.5 Rubriques des wikis	144
V.1.6 Des variations selon les sessions	144
V.2 Méthode d'analyses du corpus	149
V.2.1 Analyse des RSSD	149
V.2.1.1 Construction du modèle d'analyse.....	149
V.2.1.2 Des exemples de différents niveaux.....	152
V.2.2 Analyse des ISD.....	159
V.2.2.1 Analyse macroscopique.....	160
V.2.2.2 Analyse méso-scopique.....	162
V.2.2.3 Analyse microscopique.....	166
V.3 Les QSVE.....	169
V.3.1 Le dessalement d'eau de mer.....	169
V.3.1.1 Un projet controversé à Melbourne.....	170
V.3.1.2 Une QSVE liée à des innovations technologiques	172
V.3.1.3 Panorama des questions controversées, risques pressentis et justifications dénoncées.....	173
V.3.2 Les marées vertes en Bretagne.....	179
V.3.2.1 Une situation tendue en Bretagne	179
V.3.2.2 Une QSVE liée à des innovations technologiques	181
V.3.2.3 Panorama des questions controversées	183
V.3.3 La consommation mondiale de viande à l'horizon 2050	191
V.3.3.1 Une question planétaire.....	191
V.3.3.2 Une QSVE liée au progrès technologique.....	193
V.3.3.3 Panorama des questions controversées, risques pressentis et justifications dénoncées.....	196
<i>Chapitre VI : Les wikis 1, produits d'expertises intra-groupes</i>	<i>208</i>
VI.1 Présentation des wikis 1.....	208
VI.1.1 Cas de la consommation de viande	209
VI.1.2 Cas du dessalement d'eau de mer	219
VI.1.3 Cas des marées vertes	225
VI.2 Approfondissements des RSSD produits	229
VI.2.1 Analyse des niveaux d'approfondissements toutes dimensions confondues	230
VI.2.2 Analyses des niveaux d'approfondissement dans les différentes dimensions du RSSD.....	233
VI.2.3 Analyse des niveaux d'approfondissements des RSSD pour les différentes QSVE	245
Bilan intermédiaire : Trois postures adoptées vis-à-vis des QSVE	249
VI.3 Interactions socio-discursives durant l'expertise collégiale des QSVE.....	250
VI.3.1 Coopération et collaboration.....	250
VI.3.1.1 Effet de l'outil numérique, exemple du groupe V1T	251
VI.3.1.2 L'intérêt de dispositifs hybrides, exemple des groupes V3T	258
VI.3.2 Mise à distance et engagement.....	264

VI.3.2.1 L'implication dans une QSVE locale, limite du RSSD collectif ? Exemple du groupe A1T ...	264
VI.3.2.2 La posture de neutralité, autre limite du RSSD collectif. Exemple du groupe E5L.....	267
VI.3.2.3 Des contributions « hors-cadre » et pourtant déterminantes. Exemple du groupe V2Lb ...	271
Bilan	274
<i>Chapitre VII : Confrontations et approfondissements de RSSD.....</i>	<i>276</i>
VII.1 Des évolutions de RSSD liées à la diversité des approches.....	276
VII.2 Des confrontations et discussions peu opérantes sur l'approfondissement des RSSD	279
VII.2.1 Evolution du RSSD de V2La	280
VII.2.2 Evolution du RSSD de V2Lb.....	280
VII.2.3 Evolution du RSSD d' E2La	281
VII.2.2.4 Evolution du RSSD d' E2Lb	282
VII. 2.2.5 Evolution du RSSD d' A2La	283
VII.2.2.6 Evolution du RSSD d' A2Lb.....	283
Bilan : des principes organisateurs proches et des dérangements socio-épistémologiques limités	284
VII.3 Un dérangement socio-épistémologique fécond, exemple des groupes V4	284
VII.3.1 Le Wiki 2 de V4L.....	285
VII.3.2 Le Wiki 2 de V4M	287
VII.3.3 Macrostructure du forum V4.....	288
VII.3.4 Méso-structure du forum V4	292
VII.3.5 Microstructure du forum V4.....	298
Bilan : des principes organisateurs différents et des fils de discussions opérants	304
VII.4 Agir communicationnel et inter-culturalité, les autres groupes des sessions 4 et 5	304
VII.4.1 Groupes V5	304
VII.4.1.1 Le Wiki 2 de V5L	305
VII.4.1.2 Le Wiki 2 de V5M.....	306
VII.4.1.3 Description et analyses du forum V5.....	307
VII.4.2 Groupes E4.....	312
VII.4.2.1 Contenus thématiques discutés et approfondissement des RSSD.....	312
VII.4.2.2 Description et analyse des fils de discussion opérants du forum E4.....	314
VII.4.3 Groupes E5.....	318
VII.4.3.1 Evolution du RSSD dans les wikis 2 E5M et E5L.....	318
VII.4.3.2 Analyses mésoscopique et microscopique du forum E5	320
Bilan du chapitre VII	325
<i>Chapitre VIII Discussion.....</i>	<i>328</i>
VIII.1 Domaine de validité et transférabilité du modèle RSSD	328
VIII.2 Apports de l'analyse des interactions socio-discursives	333
VIII.3 Une éducation à la fois scientifique et politique, éducation 2.0 ?	339
VIII.3.1 Des focalisations sur les résultats des sciences	339
VIII.3.2 Mettre les sciences en démocratie ?	341
VIII.3.3 Importance des cultures et des contextes dans les RSSD.....	342
VIII.3.4 Réseaux participatifs et éducation à la citoyenneté scientifique critique active.....	342
Conclusion.....	348
Bibliographie	354

Liste des annexes (Tome II)

Annexe n°1 : Présentation des QESV lors du choix et de la constitution de groupes	386
Annexe n°2 : Dossier QSVE Dessalement en français	388
Annexe n°3 : Dossier QSVE Dessalement en anglais	392
Annexe n°4 : Dossier QSVE marées vertes en français	396
Annexe n°5 : Dossier QSVE marées vertes en anglais	400
Annexe n°6 : Dossier QSVE consommation de viande en français	404
Annexe n°7 : Dossier QSVE consommation de viande en anglais	408
Annexe n°8 : Forum international E1T	412
Annexe n°9 : Wiki 1 V1T	420
Annexe n°10 : Wiki 2 V2la	426
Annexe n°11 : Commentaire du wiki 1 du groupe A2Lb par le groupe A2La	434
Annexe n°12 : Commentaire du wiki 1 du groupe A2La par le groupe A2Lb	436
Annexe n°13 : Commentaire du wiki 1 du groupe E2Lb par le groupe E2La	438
Annexe n°14 : Commentaire du wiki 1 du groupe E2La par le groupe E2Lb	440
Annexe n°15 : Commentaire du wiki 1 du groupe V2Lb par le groupe V2La	442
Annexe n°16 : Commentaire du wiki 1 du groupe V2La par le groupe V2Lb	444
Annexe n°17 : E4L Translation wiki 1	446
Annexe n°18 : E5L Translation wiki 1	450
Annexe n°19 : Aide à la compréhension E4M wiki 1	456
Annexe n°20 : Aide à la compréhension E5M wiki 1	462
Annexe n°21 : V4L Translation wiki 1	470
Annexe n°22 : V5L Translation wiki 1	474
Annexe n°23 : Aide à la compréhension V4M wiki 1	480
Annexe n°24 : Aide à la compréhension V5M wiki 1	488
Annexe n°25 : V1T Wikis 1 & 2	492
Annexe n°26 : V1M Wiki 1	500
Annexe n°27 : V2La Wikis 1 & 2	504
Annexe n°28 : V2Lb Wikis 1 & 2	512
Annexe n°29 : V3Ta Wiki 1	518
Annexe n°30 : V3Tb Wiki 1	524
Annexe n°31 : V4L Wikis 1 & 2	530
Annexe n°32 : V4M Wikis 1 & 2	538
Annexe n°33 : V5L Wikis 1 & 2	552
Annexe n°34 : V5M Wikis 1 & 2	564
Annexe n°35 : E1T Wikis 1 & 2	574
Annexe n°36 : E1M Wiki 1	582

Annexe n°37 : E2La Wikis 1 & 2	586
Annexe n°38 : E2Lb Wikis 1 & 2	594
Annexe n°39 : E4L Wikis 1 & 2	600
Annexe n°40 : E4M Wikis 1 & 2	606
Annexe n°41 : E5L Wikis 1 & 2	622
Annexe n°42 : E5M Wikis 1 & 2	632
Annexe n°43 : A1T Wiki 1	646
Annexe n°44 : A1M Wiki 1	652
Annexe n°45 : A2La Wikis 1 & 2	654
Annexe n°46 : A2Lb Wikis 1 & 2	662
Annexe n°47 : A3Ta Wiki 1	666
Annexe n°48 : A3Tb Wiki 1	678
Annexe n°49 : V1 compilation chronologique des contributions aux forums et wikis	686
Annexe n°50 : Watershed, comparaison options	718
Annexe n°51 : V3Ta compilation chronologique des contributions aux forums et wikis	720
Annexe n°52 : V3Tb compilation chronologique des contributions aux forums et wikis	732
Annexe n°53 : A1 compilation chronologique des contributions aux forums et wikis	740
Annexe n°54 : E5L compilation chronologique des contributions aux forums et wikis	754
Annexe n°55 : V2Lb compilation chronologique des contributions aux wikis 1 et 2	762
Annexe n°56 : V4 compilation du forum international	766
Annexe n°57 : E4 compilation du forum international	814
Annexe n°58 : V5 compilation du forum international	836
Annexe n°59 : E5 compilation du forum international	856

Liste des tableaux

Tableau III-1 : Six dimensions d'analyse des RSSD construits	112
Tableau V-1 : Groupes partenaires et origine des participants	140
Tableau V-2 : Particularités des différentes sessions	148
Tableau V-3 : Grille d'analyse des RSSD	151
Tableau V-4: Typologie des orientations d'interactions socio-discursives	164
Tableau V-5 : Comparaison des trois QSVE	207
Tableau VI-1 : Codages des wikis 1.....	230
Tableau VI-2 : Scores moyens des RSSD (wikis 1) à propos de la QSVE consommation de viande	248
Tableau VI-3 : Orientation des discussions et domaine de validité des arguments au cours des échanges dans le forum A du groupe V1T.....	256
Tableau VI-4 : Orientation des discussions et domaine de validité des arguments au cours de l'écriture du wiki 1 du groupe V1T	256
Tableau VI-5 : Orientation des discussions et domaine de validité des arguments dans le groupe V3Ta	259
Tableau VI-6 : Orientation des discussions et domaine de validité des arguments au cours de l'écriture du wiki 1 du groupe V3Tb	259
Tableau VI-7 : Opinion raisonnée et domaines de validité des arguments : V2Lb-3 (19).....	272
Tableau VII-1 : codages des wikis 2	278
Tableau VII-2 : Distribution des contributions d'étudiantes du groupe V4L dans les différentes rubriques du forum V4	291
Tableau VII-3 : Distribution des contributions d'étudiantes du groupe V4M dans les différentes rubriques du forum V4	291

Liste des figures

Figure III-1 : Support graphique des analyses de RSSD construits	114
Figure V-1 : Code d'identification des groupes	139
Figure V-2 : Trois niveaux d'analyse des Interactions Socio-Discursives	160
Figure V-3 : Clé d'identification des orientations des discours	166
Figure V-4 : Méthode d'analyse microscopique des justifications d'opinions raisonnées	168
Figure VI-1 : Répartition des codages de RSSD dans les wikis 1 toutes dimensions confondues	231
Figure VI-2 : Répartition des codages des RSSD dans les écrits individuels de 18 étudiants à propos du traitement phytosanitaire contre la chrysomèle des racines du maïs AVANT la mise en débat de la QSVE	232
Figure VI-3 : Répartition des codages des RSSD dans les écrits individuels de 18 étudiants à propos du traitement phytosanitaire contre la chrysomèle des racines du maïs APRES la mise en débat de la QSVE	232
Figure VI-4 : Comparaison des RSSD développés dans les wikis 1 des 24 groupes, classés dans l'ordre décroissant de la somme des codages	233
Figure VI-5 : Approfondissement de la dimension Interactions (I) dans les wikis 1	234
Figure VI-6 : Approfondissement de la dimension problématisation (P) dans les wikis 1	236
Figure VI-7 : Approfondissement de la dimension Savoirs (K) dans les wikis 1	237
Figure VI-8 : Approfondissement de la dimension Incertitudes (U) dans les wikis 1	239
Figure VI-9 : Approfondissement de la dimension Gouvernance (G) dans les wikis 1	242
Figure VI-10 : Approfondissement de la dimension Valeur (V) dans les wikis 1	244
Figure VI-11 : Problématisation dans les wikis 1 des groupes ayant traités des QSVE locales (Les étiquettes de données encadrées sont celles des groupes distants.)	246
Figure VI-12 : Discussion des valeurs dans les wikis 1 des groupes ayant traités des QSVE locales...	246
Figure VI-13 : Analyse des contributions au RSSD des étudiants du groupe V1T	257
Figure VI-14 : Contributions des étudiants du groupe V3Ta à la construction du paragraphe 2: la consommation de viande et les acteurs concernés	261
Figure VI-15 : ISD des étudiants du groupe V3Ta	262
Figure VI-16 : RSSD des étudiants du groupe V3Ta	262
Figure VI-17 : ISD des étudiants du groupe V3Tb	263
Figure VI-18 : RSSD des étudiants du groupe V3Ta	263
Figure VI-19 : RSSD des étudiants du groupe A1T	264
Figure VI-20 : Analyse des contributions au RSSD des étudiants du groupe A1T lors de la construction du wiki 1	267
Figure VI-21 : Analyse des contributions au RSSD des étudiants du groupe E5L lors de la construction du wiki 1	268
Figure VI-22 : RSSD des étudiants du groupe E5L, wiki 1	270
Figure VI-23 : Analyse des contributions au RSSD des étudiants du groupe V2Lb lors de la construction du wiki 1	273

Figure VII-1 : Répartition des codages des RSSD dans les wikis 2	278
Figure VII-2 : Différences entre les wikis 2 et 1	279
Figure VII-3 : Comparaison des RSSD présentés par les wikis 1 et 2 du groupe V2La.....	280
Figure VII-4 : Comparaison des RSSD présentés par les wikis 1 et 2 du groupe V2Lb	281
Figure VII-5 : Comparaison des RSSD présentés par les wikis 1 et 2 du groupe E2La.....	282
Figure VII-6 : Comparaison des RSSD présentés par les wikis 1 et 2 du groupe E2Lb.....	282
Figure VII-7 : Comparaison des RSSD présentés par les wikis 1 et 2 du groupe A2La.....	283
Figure VII-8 : Comparaison des RSSD présentés par les wikis 1 et 2 du groupe A2Lb	284
Figure VII-9 : Comparaison des RSSD présentés par les wikis 1 et 2 du groupe V4L	286
Figure VII-10 : Comparaison des RSSD présentés par les wikis 1 et 2 du groupe V4M.....	288
Figure VII-11 : Comparaison des RSSD présentés par les wikis 1 et 2 du groupe V5L	305
Figure VII-12 : Comparaison des RSSD présentés par les wikis 1 et 2 du groupe V5M.....	306
Figure VII-13 : Comparaison des RSSD présentés par les wikis 1 et 2 du groupe E4L.....	313
Figure VII-14 : Comparaison des RSSD présentés par les wikis 1 et 2 du groupe E4M	314
Figure VII-15 : Comparaison des RSSD présentés par les wikis 1 et 2 du groupe E5M	319
Figure VII-16 : Comparaison des RSSD présentés par les wikis 1 et 2 du groupe E5L.....	319

Liste des acronymes

DD	Développement Durable
EDD	Éducation au Développement Durable
EEDD	Éducation à l'Environnement pour un Développement Durable
ENFA	École Nationale de Formation Agronomique
ENT	Environnements Numériques de Travail
ERE	Éducation Relative à l'Environnement
IDH	Indicateur de Développement Humain
ISD	Interactions Socio-Discursives
OECD	<i>Organisation for Economic Cooperation and Development</i>
PFEQ	Programme de Formation de l'École Québécoise
PISA	<i>Programme for International Student Assessment</i>
PNS	<i>Post Normal Science</i>
QSV	Questions Socialement Vives
QSVE	Questions Socialement Vives Environnementales
RSSD	Raisonnements SocioScientifiques dans une perspective de Durabilité
SSI	<i>Socio-Scientific Issues</i>

Introduction

Alors que le développement des technosciences les place toujours plus au cœur de notre quotidien, la prise de conscience de leur pouvoir de transformation des environnements biophysiques et des sociétés humaines s'amplifie. Les usages par exemple de pesticides dans l'agriculture, d'Organismes Génétiquement Modifiés dans la production alimentaire, ou encore l'extraction des gaz de schistes, suscitent des inquiétudes grandissantes et des réactions de collectifs de citoyens remettant en question la fiabilité des discours scientifiques à propos des risques et le confinement des expertises aux seules sphères de spécialistes. Ces Questions Socialement Vives Environnementales (QSVE) traduisent une évolution des rapports Sciences-Technologies-Sociétés dans un monde s'interrogeant sur la durabilité de son développement. Appréhender une QSVE dans sa complexité implique de considérer les contextes particuliers et les diverses perceptions individuelles, sociales et culturelles des risques. Les conflits d'usage peuvent s'avérer particulièrement aigus et les savoirs en jeu ne sont pas tous stabilisés, beaucoup sont émergents et distribués entre les parties prenantes ; les expertises scientifiques se multiplient et se contredisent, d'irréductibles incertitudes persistent. Dans ce contexte de controverses scientifiques et sociétales, de doutes et de tensions, il faut pourtant bien agir.

Des procédures participatives de gouvernance des risques liés aux innovations technoscientifiques ont émergé et se sont multipliées dans de nombreux pays depuis une trentaine d'années. Elles impliquent dans les débats des panels de citoyens ordinaires qui autodéterminent dans quels domaines ils souhaitent auditionner des experts afin de formuler des choix collectifs. Permettant de déterminer démocratiquement les actions collectives et individuelles à envisager et les mesures à prendre, elles opérationnalisent pour les citoyens impliqués les principes 10 et 15 de la déclaration de Rio sur l'environnement et le développement (1992)¹, énonçant que la meilleure façon de traiter les questions d'environnement est d'assurer la participation des citoyens aux processus de décision, et que l'absence de certitude scientifique ne peut servir de prétexte pour remettre à plus tard l'adoption de mesures effectives. Ces nouvelles procédures démocratiques semblent constituer une réponse adaptée aux QSVE en engageant les citoyens collectivement dans la gestion des biens communs : Ostrom, nobel d'économie en 2009 (Ostrom, 2010), a montré que la surexploitation des biens partagés peut être évitée lorsque les utilisateurs s'organisent eux-

¹ Disponible sur : <http://www.un.org/french/events/rio92/aconf15126vol1f.htm>

mêmes pour les gérer en libre accès. Dans cette visée, la participation aux procédures démocratiques fait appel à une citoyenneté scientifique (Irwin, 1995) dont les modalités de formation méritent d'être questionnées.

Alors que s'achève la décennie 2005-2014 des Nations Unies pour l'Education au Développement Durable (EDD), la promotion de la *citoyenneté active* est affirmée par la stratégie jeunesse 2010-2018 de l'Europe. Nos travaux sont enracinés dans la recherche *Education à l'Education au développement Durable ; Appuis et Obstacles*, soutenue par l'Agence Nationale de la Recherche française (E2DAO, 2008-2012, Blan-135). Ce programme national de recherche a confirmé que les apprentissages en France sous le label EDD renvoient davantage à l'acquisition de gestes éco-citoyens qu'au développement de compétences critiques vis-à-vis du développement durable ou à un engagement démocratique véritablement émancipateur et participatif. En abordant les problématiques qui soumettent l'école à l'épreuve de l'actualité (Legardez & Simonneaux, 2006), la didactique des Questions Socialement Vives (QSV) vise au contraire une alphabétisation scientifique ou *scientific literacy* dans le sens d'une préparation à la participation démocratique. Cette approche considère la *science en train de se faire* (Latour, 1989) et se donne pour ambition de faire le lien entre cette science et le citoyen, de réduire les traditionnelles oppositions entre spécialistes et profanes, décideurs politiques et individus ordinaires.

Nos investigations ont été menées en partie dans le cadre du programme international « *Exploring SocioScientific Issues through digital technology : the impact of context and culture* », fruit d'une collaboration entre l'Ecole Nationale de Formation Agronomique (ENFA) du ministère français de l'Agriculture et l'Université australienne Deakin à Melbourne. A la croisée des recherches sur la didactique des QSV et sur la pédagogie numérique, nous avons exploré en formation d'enseignants les modalités d'apprentissages collectifs rendues possibles par des Environnements Numériques de Travail (ENT) collaboratifs. L'expertise étant entendue comme l'intégration des savoirs et la prise en compte des incertitudes dans la prise de décision, nous avons voulu déterminer dans quelles mesures la participation à une expertise collégiale et interculturelle de QSVE peut contribuer à l'éducation à la citoyenneté scientifique active dans la perspective de durabilité.

La première partie de ce manuscrit éclairera les enjeux sociétaux (chapitre I) et éducatifs (chapitre II) des QSVE ; elle étayera la thèse selon laquelle les projets de sociétés face aux problématiques environnementales contemporaines doivent être dessinés

collectivement. Nous développerons une analyse sociologique et épistémologique de la crise post-moderne du modèle positiviste et centralisateur de l'expertise scientifique à destination politique, puis nous brosserons un panorama des divers courants en matière d'éducatons scientifiques et d'éducatons relatives à l'environnement afin de reconnaître leurs contributions respectives à l'éducation à la participation démocratique.

La deuxième partie concernera plus spécifiquement les Raisonnements SocioScientifiques dans une perspective de Durabilité (RSSD), en tant que résultats d'explorations collectives (chapitre III), et en tant que processus collaboratifs (chapitre IV). Participer à une expertise collégiale de QSVE est un engagement individuel dans une négociation collective de l'état souhaitable de socio-écosystèmes complexes et des actions permettant de l'atteindre. La prise en compte de la complexité, des incertitudes, de la vivacité sociale de ces questions, nécessite une distanciation de la réalité immédiate et des *a priori* non questionnés afin d'intégrer une pluralité de perspectives dans les raisonnements. La nature des RSSD à construire et les dimensions de leurs analyses demandent une clarification qui fera l'objet du troisième chapitre. Nous consacrerons le quatrième chapitre aux apports de la psychologie sociale et de l'interactionnisme socio-discursif à l'élaboration d'outils d'analyses des dynamiques de groupes d'apprentissages.

Une expérimentation d'approches interculturelles de QSVE dans des ENT sera rapportée dans la troisième partie (chapitres V, VI et VII). Elle a été conduite avec de futurs enseignants en troisième et quatrième année du parcours de formation initiale de divers établissements (Université Lyon1, Enfa de Toulouse, Deakin University de Melbourne), issus de diverses filières (agronomie, éducation scientifique et environnementale, éducation socio-culturelle, sciences de la vie et de la Terre). Ils ont choisi une des trois QSVE que nous leur avons proposées dans la thématique commune « Nourrir l'humanité ». Deux QSVE concernent la qualité des eaux et sont fortement inscrites dans le territoire local : « *seawater desalination* » dans l'état de Victoria (Australie) et « marées vertes » en Bretagne ; la troisième est plus globale, elle concerne l'évolution planétaire de la « *consommation humaine de viande* » en regard des prévisions démographiques. Cent treize étudiants français et australiens, répartis en vingt-quatre groupes, ont rédigé vingt-quatre écrits collaboratifs en deux versions. La première version est le produit d'interactions au sein de groupes de quatre à six personnes, la seconde est issue de confrontations de productions et d'interactions intergroupes. Le chapitre V est méthodologique, il présente en détail les QSVE retenues, le scénario didactique et les outils d'analyses élaborés. Au chapitre VI, nous comparerons les

premières versions de RSSD collectifs des vingt-quatre groupes et nous verrons que des limites à leurs approfondissements sont liées aux dynamiques collectives prenant place dans les ENT, à la constitution des groupes et à la contextualisation des situations-problèmes. Le chapitre VII est consacré à l'analyse des évolutions des RSSD suite aux confrontations intergroupes ; nous les interpréterons en termes de dérangements socio-épistémologiques et de processus d'inter-culturalité. Il apparaît que la co-construction de RSSD passe par la négociation de principes organisateurs des investigations, cette négociation impliquant la reconnaissance d'appartenances à des groupes sociaux, et que l'organisation des activités dans les ENT en deux temps clairement distincts potentialise le développement des RSSD lorsqu'elle structure des rencontres entre groupes n'ayant pas les mêmes référents culturels.

Nous discuterons au chapitre VIII la pertinence des méthodes d'analyses de ce corpus au vu des éclairages apportés et des zones d'ombre subsistantes. Nous discuterons également le domaine de validité et les possibilités de transferts des outils d'analyses constitués. La mise en perspective de nos interprétations avec les résultats d'autres travaux publiés permettra d'en discuter la portée en termes de pistes concrètes de mise en œuvre dans des classes du secondaire.

Nous proposerons enfin pour conclure trois orientations pour de futures recherches didactiques associant dans une visée d'éducation à la citoyenneté critique et active, des objectifs d'acculturation scientifique, d'émancipation citoyenne et de participation démocratique.

Partie 1 : Questions Socialement Vives Environnementales et enjeux du monde contemporain

« Il nous faut comprendre que la révolution d'aujourd'hui se joue non tant sur le terrain des idées bonnes ou vraies opposées dans une lutte de vie et de mort aux idées mauvaises et fausses, mais sur le terrain de la complexité du mode d'organisation des idées »

(Morin, 1991, p. 238)

Chapitre I : Les Questions Socialement Vives Environnementales, enjeux de l'époque Anthropocène

Il est très sérieusement envisagé par la communauté scientifique de modifier l'échelle stratigraphique de référence (Grinevald, 2007 ; Zalasiewicz, Williams, Haywood, & Ellis, 2011 ; Syvitski & Kettner, 2011). Un nouveau découpage des temps géologiques marquerait l'Anthropocène, époque de l'homme. Son inscription dans la Charte Stratigraphique Internationale accorderait aux activités des sociétés humaines une importance comparable à celle des impacts météoritiques, des paroxysmes d'activités volcaniques, glaciations, mouvements tectoniques . D'après le découpage actuellement utilisé par les géologues², nous vivons dans l'époque Holocène qui a débuté après la régression des glaces de la fin du Pléistocène il y a 11 700 ans. L'apparition de notre espèce est antérieure à l'Holocène de plusieurs millions d'années, mais au cours de cette dernière période l'ampleur de notre capacité à transformer les environnements est devenue astronomique (en ce sens qu'elle s'observe à l'échelle planétaire). D'abord peu marqués au cours du Pléistocène alors que les humains passaient de la chasse et de la cueillette à l'agriculture, puis construisaient les grandes villes et civilisations, les impacts écologiques de l'activité (agricole, artisanale, industrielle) de notre espèce se sont amplifiés pendant l'Holocène, au cours duquel nous sommes venus à compter de plus en plus sur la technologie. Le niveau de nos prélèvements de ressources augmente au rythme de la croissance démographique et du développement des technologies, nos déchets (le dioxyde de carbone étant devenu le plus célèbre) s'accumulent à une vitesse dépassant celle des renouvellements par les cycles bio-géo-dynamiques. Les êtres humains sont ainsi passés du stade où ils s'adaptaient à leur milieu biophysique à celui où ce sont leurs activités qui conduisent les grands cycles bio-géo-chimiques aux limites de leur résilience. L'Anthropocène est l'âge où les effets environnementaux des innovations technoscientifiques sont au cœur des choix de sociétés. Ils alimentent des controverses scientifiques et sociales, dont la complexité et la vivacité reflètent l'évolution et la diversité des perceptions que les hommes ont de leur environnement.

Dans ce chapitre, nous explorerons la problématique de l'expertise des risques environnementaux liés aux innovations technoscientifiques. L'expertise scientifique à destination politique consiste à solliciter les capacités de la science à diagnostiquer et à réguler les implications des technosciences (Granjou, 2003). Nous montrerons qu'elle est nécessaire mais non-suffisante pour appréhender les QSVE de l'Anthropocène ; nous

² International Commission on Stratigraphy's International Stratigraphic Chart, 2009.

développerons les arguments épistémologiques, sociologiques et philosophiques en faveur d'une collégialité de l'expertise des QSVE, qui implique l'ouverture des débats démocratiques en matière d'innovations technoscientifiques à la participation citoyenne.

I.1. L'écologie, rencontre entre science et politique

L'étude des interactions entre organismes et environnement a été inventée par Haeckel peu après la publication de *L'origine des espèces* par Darwin en 1859. La *science des conditions d'existence*, qu'Haeckel nomma écologie, est l'analyse des relations entre les espèces et leur milieu bio-physique (Haeckel, 1866). Elle a constitué un changement de paradigme par rapport aux approches de la biologie des organismes qui considéraient l'être vivant isolé. Toutefois, les interactions de l'homme avec son environnement ne faisaient pas initialement l'objet d'étude de cette écologie. Le concept d'écosystème (Tansley, 1935) a été élaboré pour décrire une entité fonctionnelle et systémique, sans lui conférer a priori de dimensions spatio-temporelles³. Bien que Tansley ait reconnu la nécessité de ne pas exclure l'intervention humaine de l'étude des écosystèmes, la méthode qui fut longtemps privilégiée par les écologistes a été celle de l'isolement de la composante « naturaliste » des écosystèmes. Ce réductionnisme (*l'exclusion par commodité*, (Lévêque, 2001, p. 33) s'explique par le souci d'efficacité des approches écologistes sur des milieux dits « vierges » afin de mettre en évidence les lois écologiques. Aucun milieu sur la planète n'est pourtant exempt d'influence humaine. Une telle écologie, coupée de la société ne considère l'homme que comme élément perturbateur responsable de déséquilibres. Dans la visée, plus ambitieuse, de gestion des ressources « naturelles », la prise en compte des aménagements de territoires par les sociétés a conduit Blandin & Lamotte (1987 cités par Blandin, 1992) à définir un niveau d'intégration supérieur : l'éco-complexe, qui associe plusieurs écosystèmes dans un espace occupé et géré par les humains. Aux approches naturalistes de la biologie et de la géologie est alors adjointe la perspective géographique : l'étude des interactions entre composantes biotiques et non biotiques de l'environnement est envisagée au niveau des paysages (*Landscape ecology*). De telles approches seront enrichies par la prise en compte des aspects culturels et sociaux avec le concept d'*Ecosystem Management* (Grumbine, 1994) : considérant que les gestionnaires, politiques, scientifiques et citoyens doivent s'accorder sur une vision commune du monde dans lequel les futures décisions sociales et économiques sont prises, l' Ecosystem management conduit à passer d'une approche multidisciplinaire mais encore fragmentée de l'écologie (sciences biologiques, géologiques, géographie physique, géographie humaine) à

³ C'est pour des besoins opérationnels qu'il est devenu ensuite une entité géographique (Lévêque, 2001).

une démarche intégrée. La gestion des environnements ne se focalise alors plus sur le maintien de la production de biens et de services par des écosystèmes dont il s'agirait de maintenir l'équilibre, mais se donne comme objectif que les activités humaines ne perturbent pas irréversiblement les processus écologiques, en reconnaissant que les écosystèmes sont soumis au déséquilibre. Le concept de résilience issu de la systémique devient central : il s'agit de la capacité d'un système complexe à amortir les perturbations et les dérèglements internes, capacité lui permettant de se perpétuer.

L'inquiétude vis-à-vis des prélèvements de ressources naturelles au regard de la démographie humaine date elle aussi du dix-huitième siècle avec Malthus (1798)⁴. En 1864, le livre de Marsh *The Earth as Modified by Human Action* amorce le questionnement des relations entre déforestation et désertification. Avec l'écologie, science et politique se sont alors rencontrées dans un questionnement de l'avenir. Un second changement de paradigme s'est opéré, qui a consisté à intégrer notre propre espèce à une analyse systémique. En 1968, le club de Rome réunit des dirigeants de divers pays qui souhaitent que la recherche s'empare du problème de l'évolution du monde pris dans sa globalité pour tenter de cerner les limites de la croissance. Le rapport Meadows «*The Limits to Growth*» (traduit en français par «*Halte à la croissance*») remis en 1972 par une équipe de chercheurs du Massachusetts Institute of Technology est une synthèse de ce travail prospectif. Il conclut à un effondrement très probable avant 2100 du système économique – engendrant une diminution brutale de la population accompagnée d'une dégradation significative des conditions de vie - si le monde persiste dans une recherche perpétuelle de croissance matérielle s'appuyant sur un usage croissant des ressources non-renouvelables. Ces inquiétudes sont reprises par Hans Jonas lorsqu'il énonce le *principe responsabilité* (Jonas, 1979). Le rapport de l'homme à son environnement est uniquement technique selon Jonas, qui dénonce l'absence de réflexion éthique et constate que les effets des actions humaines dépassent de loin les capacités de prédiction. Estimant que les promesses de la technique moderne se sont transformées en menaces, il en appelle à une *heuristique de la peur* pour préserver l'humanité de son autodestruction par le pouvoir des techniques et des sciences. Dans la suite de notre texte, nous parlerons de technosciences, au sens de Hottois (2005) pour exprimer le caractère indissociable des sciences et des technologies dans les recherches contemporaines. La conscience d'une responsabilité de l'humanité à l'égard de son environnement non-humain doit beaucoup à Jonas, mais son influence s'est aussi traduite par la prégnance dans la pensée

⁴ Édition électronique disponible sur http://prospective.free.fr/IMG/pdf/Malthus_principe_de_population.pdf

de la fin du vingtième siècle d'une séparation entre la Nature et l'homme. Cette séparation nous paraît artificielle et nous semble constituer un obstacle, que Bachelard (1934) aurait qualifié d'épistémologique. Une conception alternative est de ne pas considérer qu'il y a opposition Homme/Nature et affrontement avec rapports de force, mais de reconnaître les humains en tant qu'êtres vivants comme éléments constitutifs de systèmes bio-géodynamiques. C'est alors dans la perspective de l'analyse des interactions que les rapports de l'humain à son environnement peuvent être appréhendés, sous l'angle de la co-évolution des espèces, dont la nôtre, en interactions dans des milieux bio-physiques. La fin du vingtième siècle témoigne de cette évolution des idées dans les approches scientifiques de l'écologie avec l'émergence de concepts tels que l'éco-socio-système (Goffin, 1998), l'anthroposystème⁵ (Lévêque, Muxart, Abbadie, Weill, & Van Der Leuw, 2003), les socio-écosystèmes (Berkes, Colding, & Folke, 2003). Instituer le terme *Anthropocène*, qui associe dans un seul mot les dynamiques des sociétés humaines aux phénomènes écologiques planétaires à l'échelle des temps géologiques, et en faire une époque stratigraphique procède d'un changement d'échelle spatiale et temporelle dans cette épistémologie.

I.2. Le Développement Durable, un compromis controversé

Le développement durable est classiquement présenté comme étant à l'intersection de la sphère économique (il ne doit pas compromettre le progrès économique en limitant l'initiative et l'innovation, qu'elle soit publique ou privée), la sphère sociale (il doit accompagner et renforcer le progrès social pour une meilleure satisfaction des besoins de tous et des générations futures, que ce soit au niveau de la santé, du logement, de l'éducation, etc.), et la sphère écologique (face à la croissance démographique, la préservation, la valorisation, voire l'amélioration de l'environnement et des ressources naturelles, sont perçues comme des nécessités impérieuses pour l'avenir). L'association dans une même expression de l'idée de durabilité qui implique une stabilité avec celle de développement qui, elle, implique des changements constitue un oxymore (Lléna, 2008). Faut-il y voir une contradiction fondamentale, ou une mise en tension heuristique féconde ?

⁵ Le concept d'anthroposystème se définit comme un système interactif entre deux ensembles constitués par un (ou des) socio-système(s) et un (ou des) écosystème(s) naturel(s) ou artificialisé(s) s'inscrivant dans un espace géographique donné et évoluant avec le temps.

L'idéologie⁶ du Développement Durable (DD) est celle d'un avenir idéal de l'humanité qui concilierait équité sociale, efficacité économique, et responsabilité environnementale. Mais le DD est un concept *nomade* au sens de (Stengers, 1987) navigant entre différents champs de pensée et de savoirs (éthique, politique, médiatique, scientifique, écologique) dans lesquels il peut recouvrir des significations changeantes. La formulation du rapport Brundtland (Brundtland, 1987) qui fait souvent référence « *Un développement qui s'efforce de répondre aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire aux leurs.* » cache mal ses ambiguïtés, en particulier parce qu'elle est centrée sur la notion de besoin, faisant du DD un compromis fragile entre des entendements divers. Brunel (2004) rappelle que le mot développement dans le champ de l'économie mondiale est apparu avec la décolonisation : les colonies, d'abord qualifiées de *sous-développées*, ont été ensuite dites *en voie de développement*. Mais avec la fin des Trente Glorieuses, avec la prise de conscience environnementale des années 80, avec les difficultés de transfert du développement vers les pays du Sud, ce concept de développement a été malmené. La persistance de la pauvreté comme des problèmes d'accès aux soins et à la santé, à une éducation pour tous, pose questions. L'idée que le progrès est synonyme de développement ne va alors plus de soi. La première association de l'adjectif durable au mot développement a lieu en 1980 dans le champ environnemental, avec l'expression *Sustainable Development* dans le rapport de l'UICN (Union internationale pour la conservation de la nature) : *Stratégie mondiale de la conservation : la conservation des ressources vivantes au service du développement durable*. Remarquons que la traduction de l'adjectif anglais *sustainable* a été malheureuse, *durable* pouvant renvoyer à l'idée de préservation des ressources pour assurer une constance de la croissance, tandis que *soutenable* aurait plus clairement renvoyé à la question de la viabilité des modes de développement. On retrouve le DD dans le champ politique lors de la présentation en 1987 aux Nations Unies du rapport de la *Commission Mondiale pour l'Environnement et le Développement* par Mme Gro Harlem Brundtland, premier ministre de la Norvège. La médiatisation de l'expression DD lors du Sommet de la Terre de Rio en 1992, expression suffisamment vague et potentiellement consensuelle pour être acceptée dans les milieux militants de l'écologie comme dans ceux de l'économie libérale, assurera sa popularité et amorcera une trajectoire conduisant le DD dans les champs économique et social. Il s'agit plus dans un premier temps d'un slogan politique

⁶ Nous retenons ici avec (Simonneaux, 2007) le terme d'idéologie comme une pensée structurée qui s'appuie sur des choix éthiques, les valeurs, et une argumentation scientifique pour justifier et promouvoir des formes adaptées d'action collective.

que d'un concept interrogé par la recherche. Il peut être présenté comme : « un développement harmonieux et équilibré des activités économiques, une croissance durable et non inflationniste respectant l'environnement » (Traité de Maastricht, 1993) « un ensemble coordonné de processus participatifs permettant de progresser de façon continue ...et permettant de concilier les objectifs économiques, sociaux et environnementaux de la société» (OCDE 2001) « une démarche, un processus d'évolution, une dynamique bien plus qu'un ensemble de normes à atteindre.» (Association 4D, 2001). Vivien (2001) rappelle que l'expression DD est dès l'origine un compromis, visant à concilier les défenseurs d'une conception anthropocentrique du développement et les protecteurs de la Nature à conception biocentrique. On retrouve ici l'opposition Homme/Nature et l'influence de la pensée de Jonas.

En « micro » économie, Boiral & Croteau (2004) observent des approches et des interprétations multiples du DD⁷, « concept caméléon » dans son intégration aux stratégies d'entreprise. Bürgenmeier (2005) distingue trois types d'approches « macro » économiques de la durabilité (le marché efficient, l'économie de l'environnement, l'économie du développement), caractérisables par les indicateurs qu'elles utilisent. Celle du *marché efficient* considère que l'offre et la demande de ressources naturelles peut être régulée par l'intermédiaire des prix, dans un modèle basé sur la croissance et la concurrence où les variations du marché favorisent les innovations technologiques qui optimisent l'exploitation des ressources. Ce modèle s'applique à l'actuelle gestion des énergies (Simonneaux, 2007 *ibid.*). La deuxième approche, nommée *économie de l'environnement* analyse en quoi les effets externes des activités de production et de consommation par des agents économiques affectent le bien-être d'autres agents. Les méthodes d'évaluation contingentes, telle que la monétarisation des écosystèmes, consistant à évaluer un bien environnemental par une estimation du prix que serait prêts à payer les consommateurs pour son usage, sont rejetées par ce modèle car conjecturelles. Par contre, l'empreinte écologique y est retenue comme indicateur pertinent. L'économie de l'environnement considère que les externalités doivent donner lieu à des mesures règlementaires, que les contraintes environnementales doivent être traduites par des taxes. La troisième approche est l'*économie du développement*, qui considère la production de richesses au sens large, sans limiter l'idée de développement à la croissance économique. Avec l'Indicateur de Développement Humain⁸ (IDH, Amartya Sen, prix Nobel

⁷ L'approche « micro » économique du DD a pour objectif d'intégrer les principes du DD dans la prise de décision des entrepreneurs, elle s'exprime par exemple dans le concept de *responsabilité sociétale des entreprises*.

⁸ L'IDH est un indicateur composite du bien-être de la population qui regroupe l'évaluation de l'espérance de vie, de l'alphabétisation, de la scolarisation et du PIB par habitant.

d'économie 1998), l'économie du développement intègre à ses analyses des éléments relatifs aux aspects éthiques tels que l'accès à l'éducation, le respect des droits démocratiques, de l'environnement.

Le DD est-il synonyme d'*écodéveloppement* (Sachs, 1980) ou cache-t-il les ambitions d'une *croissance verte* justifiant l'anthropisation toujours plus grande des environnements naturels ? Le courant environnementaliste s'inquiète de la généralisation d'un mode de développement basé sur le principe selon lequel la croissance économique est l'unique moyen de développement social (Latouche, 2001 ; Sauvé, 2007). Symétriquement, Brunel (2008), préoccupée d'abord par la dimension sociale, souligne un manque de recul critique vis-à-vis d'une dérive écologiste de la notion de développement. L'*économie sociale et solidaire* (Eme & Laville, 2004) revendique son rattachement au DD par les valeurs qui animent ses activités coopératives et associatives, à travers les pratiques de commerce équitable et d'échanges non monétaires. Individus, associations, entreprises, collectivités territoriales, Etat, chacun s'empare de l'idée de DD, la transforme ou la rejette, la redéfinit. En 2007, Veyret en recense plus d'une centaine de définitions. Nous retiendrons avec Tutiaux-Guillon (Tutiaux-Guillon, 2011) que le DD est avant tout un projet politique, centré sur les relations société-économie-environnement-valeurs. Son caractère polysémique et sa présence récurrente dans les médias en font une question scientifiquement et socialement vive, controversée intelligible dans le phénomène général de la contestation de l'idée de progrès issue des Lumières.

1.3. Du monde objet au monde projet

La pensée dite *moderne* s'est structurée au 18^{ième} avec les Lumières autour de la rationalisation, en renvoyant aux ténèbres les frayeurs passées d'une époque cultivant les croyances (Basco, 2011). Le développement technoscientifique s'est substitué aux savoir-faire transmis d'une génération à l'autre par la tradition, à l'accumulation de connaissances empiriques qui permettaient la difficile survie. Mais le constat *post-moderne* est que les innovations scientifiques et technologiques résultent moins d'un consensus au nom de valeurs partagées que de la poursuite d'intérêts particuliers par ceux dont le pouvoir est suffisant pour l'emporter sur les besoins et les intérêts d'autres⁹. L'influence des jeux de pouvoirs économiques et politiques dans le développement des technosciences ne peut plus être

⁹ Ainsi en est-il par exemple dans le domaine de l'agro-alimentaire avec l'importation d'aliments pour le bétail européen en provenance d'Amérique du Sud où le développement de la culture de soja OGM s'accompagne d'une déforestation massive, de l'usage de quantités considérables de pesticides et précipite la perte de modes de vie traditionnels comme la dégradation des conditions sanitaires et environnementales.

ignorée. Plutôt qu'une source privilégiée de consensus entre les hommes, aujourd'hui les sciences suscitent des débats qui investissent l'espace public. Le rapport du non-spécialiste au savoir scientifique est transformé, celui-ci devient discutable c'est-à-dire susceptible d'être abordé à travers le prisme d'intérêts multiples, selon différentes perspectives.

1.3.1. Les promesses des temps modernes

Dans les pays où le progrès s'est concrétisé par la révolution industrielle (Bell, 1976), les technologies telles les moteurs à vapeur ont permis à l'homme moderne d'exploiter les énergies fossiles et d'augmenter la production en réduisant l'effort physique des travailleurs. La moissonneuse-batteuse, la sélection génétique de variétés culturales productives mais dépendantes d'intrants produits par l'industrie chimique, ont rendu possible le passage à l'agriculture intensive ; l'industrie agroalimentaire a remplacé l'agriculture vivrière, l'urbanisation a rapproché les travailleurs des centres de production de masse, la médecine traditionnelle a cédé le pas aux systèmes modernes de santé, et l'amélioration de la situation alimentaire et sanitaire a entraîné la transition démographique. Les *grands récits de la modernité* (Lyotard, 1979) sont ceux d'une rationalité qui affecte toutes les sphères de la société. Les temps modernes étaient marqués par la philosophie des Lumières, par les grandes visions de l'homme du 19^{ième} et 20^{ième} avec l'idée d'Etat de droit et la construction des Etats Nations, mais aussi par la rationalisation des systèmes économiques et l'édification du capitalisme, par l'émergence de l'idée d'un individu émancipé « *Celle d'un individu valant pour lui-même, ayant vocation au bonheur ici-bas, dans la poursuite de ses intérêts propres.* » (Fabre, 2011, p. 36).

L'usage de la raison s'est épanoui dans le développement technoscientifique perçu à l'époque moderne comme pilote du progrès, de l'amélioration globale de la société. Le monde moderne a glorifié la Science et son esprit positiviste. En témoigne *La Nature se dévoilant devant la science*¹⁰, œuvre d'Ernest Barrias commandée en 1889 pour orner la nouvelle faculté de Médecine de Bordeaux, qui représente une jeune femme, allégorie de la Nature, soulevant les voiles dont elle est enveloppée. Les savoirs, qui prétendaient à l'universalité, étaient construits en visant la certitude et l'objectivité par l'exercice de la raison et la recherche de preuves scientifiques. Ils provenaient, pensait-t-on alors, de données objectives recueillies par des observateurs départis de toute affectivité et perceptions subjectives. Cet éloge de la raison s'accompagne de la dévalorisation des savoirs traditionnels désignés comme archaïques, voire dangereux. Pestre (2007) rappelle que le savoir scientifique possède,

¹⁰ Statue de marbre et onyx polychrome exposée à Paris au musée d'Orsay

comme tout savoir, ses propres points aveugles liés à la façon de considérer les problèmes qu'il aborde ; ainsi les sciences de laboratoire se caractérisent-elles par la recherche de solutions techniques alors qu'« *il se pourrait très bien que, pour beaucoup des questions que les hommes se posent, les meilleures solutions ne soient pas nécessairement dans l'ordre d'une technique neuve – mais sociales ou politiques, par exemple, ou dans un réarrangement/développement des pratiques existantes.* » (p 42).

1.3.2. Critiques du progrès

La dénonciation du pouvoir des techniques et de l'application positiviste (Comte, 1826) des méthodes des mathématiques et des sciences expérimentales aux sciences sociales fonde l'école philosophique de Frankfort. Elle développe une critique du mode de développement des sociétés modernes. Initiée dans les années 30 par Horkheimer (1895-1973) puis Adorno (1903-1969), la *théorie critique* interroge le statut des technosciences dans la société et s'oppose à l'idéologie technocratique des pays occidentaux comme au marxisme dogmatique des pays de l'Est. Dans la société que décrit Horkheimer, le pouvoir des technosciences est entretenu par la bourgeoisie au service du capitalisme ; il s'accompagne selon Adorno de la manipulation de la conscience politique des masses par la *Kulturindustrie*. Les mécanismes de cette domination sont décrits par Habermas (*La technique et la science comme idéologie*) qui prône le rétablissement d'une opinion publique démocratique et critique. Avec *Connaissance et intérêt* (Habermas, 1968/1979), il oriente la théorie critique vers l'analyse des liens unissant le savoir aux intérêts qui le commandent et examine les structures des processus de recherche qui déterminent le sens et la validité des énoncés scientifiques.

Habermas rejette l'idée selon laquelle la production de savoirs serait un acte intellectuel pur réalisé par des sujets désintéressés des besoins et désirs quotidiens. Au contraire, il identifie trois types d'intérêts constitutifs des savoirs, qu'il qualifie de techniques, pratiques, émancipatoires. L'intérêt technique est celui qui pousse à acquérir des savoirs permettant de mieux comprendre le milieu biophysique, et par là de faciliter son contrôle. L'intérêt pratique émane du besoin de se comprendre mutuellement, il motive la production de savoirs rendant possible l'interprétation des relations humaines. Le troisième intérêt, émancipatoire, provient des besoins humains de liberté et d'indépendance de pensée. Habermas distingue ainsi les productions des sciences *empirico-analytiques* de celles des

sciences *historico-herméneutiques*¹¹ auxquelles elles se confrontent épistémologiquement. Les premières visent l'intérêt technique dans une rationalité instrumentale, contrôlent les faits d'observation et dissocient par la logique les objets de savoir des sujets, tandis que les secondes prennent en compte les contextes de sens et visent l'intérêt pratique de l'intercompréhension sans établir les faits par l'observation mais par le partage des interprétations (p 309). L'intérêt émancipatoire conduit, lui, à la construction de savoirs critiques à propos des conditions d'émergence des contextes sociaux. La théorie habermassienne critique de la société vise l'intérêt émancipatoire en ne dissociant pas la réflexion épistémologique de ses prolongements politiques. Elle le conduit à une idée du progrès qui exige la reconstruction d'un espace critique, ouvert et pluraliste au sein du politique. Toute forme de savoir pouvant être lue comme une production de sens dont il faut évaluer la portée et la validité, l'idéal de progrès n'est pas *a priori* lié au développement des techniques.

1.3.3 Nouveau regard sur les relations Sciences-Technologies- Sociétés

L'idée selon laquelle les progrès des sciences et techniques sont vecteurs de progrès social est également remise en question par Touraine (1969) qui perçoit la société post-industrielle¹² comme une menace sur la démocratie par la réduction d'accès des citoyens aux conditions de production des savoirs scientifiques, qui sont devenues affaires d'une minorité de spécialistes. La critique du pouvoir accordé aux sciences et techniques anime l'époque postmoderne (Lyotard, *ibid.*) au cours de laquelle les valeurs du monde moderne ont été remises en question dans tous les domaines de la société et du savoir. Le post-modernisme est une notion plurielle qui prend une signification propre dans chacun de ces domaines. Dans le champ des interactions Sciences-Sociétés, Lyotard analyse la crise postmoderne comme celle d'un savoir réduit à une simple *marchandise informationnelle*, dénuée de toute légitimation. Après les crises scientifico-techniques du vingtième siècle, des catastrophes nucléaires aux marées noires, de Bhopal à Seveso, des crises sanitaires (sang contaminé, vache folle, grippe aviaire) à l'inquiétude face aux Organismes Génétiquement Modifiés et à la conscience des inégalités devant les maladies (SIDA, paludisme, chikungunya), l'époque postmoderne a montré les limites de la rationalité du système industriel contemporain ; cette époque est celle

¹¹ Pour Gusdorf (1988), l'herméneutique est la recherche des conditions de possibilité de la compréhension en quelque domaine que ce soit, conversations entre amis, lecture de la bible ou d'un roman, interprétation d'un texte de loi, d'une pièce de théâtre ou d'un morceau de musique.

¹² Bell (1976 *ibid.*) situe le passage de l'époque industrielle à l'époque post industrielle dans les années 1960 avec l'augmentation exponentielle des emplois dans le secteur tertiaire.

de la séparation entre la rationalité instrumentale dénoncée par Habermas et l'idée de progrès. Nous nous félicitons avec Fabre (2011, *ibid.*) de l'affaiblissement du *refoulement problématologique* (p 25) par lequel les réponses de la science se donnaient comme non questionnables. Pourtant, l'époque postmoderne est aussi marquée par le risque de relativisme généralisé, l'émiettement des valeurs des Lumières réduisant les rapports sociaux à des comportements adaptatifs guidés par la compétition. Le triomphe de l'individualisme et de la pluralité engluent le monde postmoderne dans la gestion de problèmes immédiats et locaux en rendant lointain et abstrait le partage d'un projet global tel que celui d'un Développement Durable.

Horkheimer et Adorno estimaient que si l'homme s'est émancipé de la nature grâce au développement de la raison, c'est en se soumettant à la domination des techniques. En découle la séparation entre rationalité instrumentale et rationalité critique. Dépassant cette opposition, la dialectique de Latour met en perspective la critique de la modernité qui considérait la science comme l'effort de découverte d'une Nature dont l'existence serait indépendante de l'homme. En affirmant : *Nous n'avons jamais été modernes*, Latour (1991) souligne que le monde occidental a inventé le modernisme et la prétendue indépendance du savoir par rapport au social. La *non-modernité* de Latour nie cette illusion. Le concept de non-modernité repose sur le constat que l'activité scientifique n'est pas déconnectée de l'activité sociale de son époque, que les élus disposant du pouvoir politique sont aussi soumis aux influences des scientifiques et des industriels, tout comme les scientifiques sont soumis au pouvoir des industriels et des politiques. La non-modernité reconnaît le monde comme constitué d'objets hybrides, de réseaux sociotechniques complexes appartenant à la fois au naturel et au culturel, aux domaines scientifiques, techniques, politiques, économiques, sociaux.

La critique de l'idéologie des technosciences n'est pas confinée à la sociologie et la philosophie, elle vient aussi du monde scientifique. Weinberg, physicien nucléaire, développe en 1972 le concept de trans-science. Il rejette l'idée selon laquelle la relation entre science et société se réduirait à une politique définissant les fins (le voyage sur la Lune de 1969 par exemple) pour lesquelles la science fournirait les moyens. Le rôle des scientifiques dans la promulgation des innovations technoscientifiques n'est pas neutre, les fins politiques et les moyens scientifiques sont étroitement mêlés. Le champ de ce qu'il nomme trans-science recouvre les questions comme celles des effets potentiellement délétères des innovations technologiques, les problèmes tels l'anticipation d'occurrences d'évènements extrêmement improbables. Bien que portant sur l'analyse de faits et pouvant être formulées

scientifiquement, ces questions ne peuvent, par nature, être résolues en seuls termes scientifiques. De nombreuses questions liées au DD sont des controverses socioscientifiques. En 1977, Lévy-Leblond voyait dans le recours aux experts et la mise en avant de nécessités objectives une instrumentalisation de l'autorité scientifique pour cautionner et légitimer les choix politiques du système capitaliste. Ce physicien estime que *l'expertise de quelques-uns empêche le pouvoir de tous* (cité par Granjou, *ibid.* p 176). Roqueplo, autre scientifique, directeur de recherche au CNRS ayant débuté avec des travaux en hydrogéologie, développe dans les années 80 une réflexion sur l'expertise scientifique. Polytechnicien et sociologue des sciences, il montre (Roqueplo, 1983) que la technique transforme l'environnement mais définit aussi l'évolution sociétale. Elle agit comme une force idéologique par une justification interne de contraintes objectives érigées en normes, se substituant aux réflexions éthiques.

Parallèlement, Lagadec (1981), initiateur du concept de *risque technologique majeur* (il se réfère par exemple à l'accident chimique de Seveso en 1976 et à la marée noire de l'Amoco-Cadiz en 1978) s'interroge sur la prise en charge de ces risques par différents acteurs, l'industriel, l'Etat, le citoyen, l'expert, les réseaux d'agents sociaux. Il souligne dès 1981 l'urgence de l'ouverture démocratique des choix en matière d'orientation technologique. L'émergence du courant « Sciences-Technologie-Société » (STS) marque la prise en compte du contexte social dans l'activité de recherche. La perspective STS se donne pour ambition de faire le lien entre la science et le citoyen, elle considère une science en train de se faire (Latour, 1989) créée par les hommes, véhiculée par le langage et imprégnée des valeurs de son époque (Simonneaux L. , 2006). Parce que toute construction technoscientifique est inscrite dans l'histoire de la société qu'elle contribue à transformer, l'origine des savoirs technoscientifiques et les conditions de leurs applications sont à soumettre à l'examen critique. L'idéologie selon laquelle l'évolution des sciences amène nécessairement un progrès réduit la notion de progrès à une seule dimension, et établit une hiérarchie entre le savoir de l'expert et les autres types de savoirs (Fourez, 1985 cité par Legendre, 1994). Elle occulte les mécanismes à l'œuvre dans la construction des technosciences et conduit à une séparation artificielle entre sciences, technologies et sociétés. Force est pourtant d'admettre qu'au cours des 19^{ième} et 20^{ième} siècles, la science a principalement été utilisée comme un outil d'expansion économique et de pouvoir militaire par les plus fortunés. (Hodson, 2003) ajoute la dimension environnementale au courant STS et insiste sur l'importance de la prise de conscience que les sciences et technologies, produits d'une époque et d'un contexte, ont le pouvoir de changer radicalement les sociétés, que l'innovation technologique est une activité

complexe et pas entièrement prévisible dont il peut résulter des avantages, des coûts et des risques inattendus.

En 1998, l'Unesco déclarait : « *Il est clair aujourd'hui que la consommation actuelle des richesses naturelles et les agressions croissantes contre l'environnement régional et local ne pourront se poursuivre indéfiniment sans effondrement des systèmes de soutien naturels, sans lesquels les civilisations actuelles ne sont pas possibles. La science, qui a contribué à cet état de choses, doit maintenant assumer une responsabilité générale, à savoir aider les sociétés à passer d'une recherche obsessionnelle de la croissance à l'établissement d'un système économique dynamiquement stable et écologiquement durable.* » (Vers un nouveau contrat entre la science et la société, 1998). Parce que dans le contexte des récentes crises technoscientifiques, les savoirs et pratiques locaux revendiquent à nouveau une légitimité que l'idée moderne de progrès leur avait fait perdre (Boy, 2007), les innovations technoscientifiques doivent être considérées dans une approche anthropologique à travers leurs transformations constantes, autant par les acteurs qui les élaborent que par leurs utilisateurs (Latour, 1991, *ibid.*). Les controverses socioscientifiques impliquent des désaccords entre experts à propos des risques sur la santé ou l'environnement et confrontent les citoyens à des questions éthiques dans les choix des mesures à prendre, autant qu'à la question de savoir comment juger une prétention scientifique contestée (Kolstø, 2006). Aux frayeurs irrationnelles de l'époque prémoderne s'est substituée la défiance vis-à-vis des experts. Brunet (2006, cité par Simonneaux 2011a) oppose l'expertise confidentielle, celle d'experts en ayant reçu le mandat, à l'expertise citoyenne qui s'inscrit dans le cadre d'un débat public et pour laquelle le collectif a fonction de considérer les différents éclairages. C'est par un renouvellement du statut de l'expertise dans le processus démocratique que l'époque contemporaine se tourne vers le futur et se réapproprie l'idéal de progrès dans la perspective de son développement durable.

I.4 La problématique de l'expertise des risques environnementaux, question socialement vive

Si la durabilité des modes de développement des sociétés humaines est posée comme objectif politique, c'est sans doute parce qu'elle n'apparaît plus comme garantie, les technosciences produisant au moins autant de risques que de richesses (Beck, 1986). Dans un mouvement circulaire, la prise de conscience des risques entretient aussi le développement des technosciences. Ainsi par exemple le développement de technologies génétiques contribue pour ses partisans à la diminution de l'utilisation de pesticides en agriculture. À la

dénonciation de la responsabilité des scientifiques dans l'évolution vers une société toujours plus dépendante des technosciences, des scientifiques opposent la responsabilité des politiques dans l'usage qui est fait des innovations technoscientifiques au sein d'une société contemporaine, qui est aussi celle de la consommation et du gaspillage. Le DD engage les responsabilités individuelles et collectives. D'un point de vue pragmatique, il est un bricolage (Di Castri, 1998) reposant sur la reconnaissance i) de la responsabilité biologique de l'espèce humaine en tant que principal facteur d'évolution des environnements, ii) de sa responsabilité sociale dans la solidarité intra et intergénérationnelle, iii) de la part des conceptions individuelles (Villeneuve, 2005) dans la construction des représentations sociales de sa réalité. C'est dans le cadre élargi de savoirs complexes en interactions que s'inscrit la réflexion sociétale sur la durabilité.

1.4.1 Incertitudes et principe de précaution

Le principe de précaution énoncé en 1992 à Rio place au cœur des réflexions le problème du rapport entre développement et environnement (Vivien, 2001 *ibid.*). L'époque postmoderne marque la fin de la quiétude apportée par la confiance dans les technosciences ; le principe de précaution exprime cette inquiétude en rappelant qu'on ne peut attendre de la science qu'elle apporte toujours des certitudes rassurantes. Cette conception est d'un autre temps, l'évolution des politiques de gestion des risques technoscientifiques depuis les débuts de l'ère industrielle le montre. Après l'époque *déterministe* au cours de laquelle il s'agissait de connaître les causes des risques technoscientifiques dans le but de les éliminer, la période *probabiliste* (Noiville, 2011) qui a suivi a été celle de la recherche de la probabilité d'occurrences des problèmes et de leurs associations (c'est ainsi par exemple que les États européens se sont munis de la directive européenne dite *Seveso* de 1982 déterminant des seuils de risques, modifiée en 1986¹³ pour prendre en compte *l'effet domino*). Mais le tsunami qui a détruit la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi, la transmission de l'encéphalopathie spongiforme bovine aux humains rappellent que même l'improbable est possible. C'est à ce type d'évènements que s'adresse le principe de précaution. Son origine, le *Vorsorgeprinzip*, se trouve dans le droit international de l'environnement. Il est explicitement mentionné en 1987 dans la convention entre pays riverains de la mer du nord visant à la protéger de pollutions chimiques¹⁴. Il sous-entend une attitude d'action et de gestion active du risque, totalement

¹³ Directive 96/82/CE du Conseil du 9 décembre 1996 concernant la maîtrise des dangers liés aux accidents majeurs impliquant des substances dangereuses. JO L 10 du 14.1.1997, p. 13–33

¹⁴ Deuxième conférence internationale sur la protection de la Mer du Nord, 1987

différente de l'abstention en cas de doute qui lui est souvent attribuée à tort. On le retrouve dans le traité sur l'Union Européenne (dit « traité de Maastricht », article 130R). En France, il a d'abord figuré dans la loi relative au renforcement de la protection de l'environnement (dite « loi Barnier », n°95-101 du 2 février 1995), la notion d'environnement devant être interprétée d'après la cour de justice des communautés européennes de façon très large comme englobant la santé. Ce principe a été hissé au plus haut niveau des normes juridiques françaises dans la charte adossée à la Constitution de la République¹⁵. Il s'énonce de la façon suivante : « *Lorsque la réalisation d'un dommage, bien qu'incertaine en l'état des connaissances scientifiques, pourrait affecter de manière grave et irréversible l'environnement, les autorités publiques veillent, par application du principe de précaution et dans leur domaine d'attributions, à la mise en œuvre de procédures d'évaluation des risques et à l'adoption de mesures provisoires et proportionnées afin de parer à la réalisation du dommage* ». Le principe de précaution a souvent été confondu avec le principe de prévention (Godard, 2009). Ce dernier se matérialise au contraire lorsque le risque est connu, et se traduit par des mesures limitant la libre recherche et la libre entreprise parce que le risque est avéré. Le principe de précaution ne limite pas la recherche, mais propose une attitude sociétale vis-à-vis du risque qui ne s'en remette pas exclusivement à la science et qui replace l'humain au centre du processus décisionnel. Il ne s'agit pas de s'abstenir dans le doute ; ce principe n'interdit pas de prendre des risques, mais il institutionnalise la nécessité de les prendre en compte le plus précocement possible dans une logique associant prudence et développement des connaissances. L'incertitude scientifique –sur la sécurité d'un produit, d'une activité – ne peut constituer une raison de repousser à plus tard l'adoption de mesures qui pourraient éviter un dommage.

1.4.2 Incertitudes et citoyenneté

C'est bien le rapport du citoyen à l'incertitude qui est en jeu. Ce rapport à l'avenir est analysé par (Callon, Lascoumes, & Barthe, 2001) dans leur *essai sur la démocratie technique*. Ils mettent en évidence un double processus de délégation de pouvoirs des individus aux institutions.

La première délégation est celle de la production de savoirs qui a été progressivement dévolue aux seuls scientifiques. (Licoppe, 1976) l'explique par l'exigence d'exactitude qui a conduit à isoler les phénomènes observés dans les laboratoires pour éviter les interférences dans les mesures (par exemple des thermomètres précisément calibrés par Lavoisier aux

¹⁵ Article 5 de la Charte de l'Environnement, incluse dans la Constitution française depuis 2005

mesures actuelles effectuées dans les accélérateurs de particules du Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire, ou de l'expérience du foie lavé de Claude Bernard aux laboratoires de génomique). Les sciences ont évolué de conclusions en approfondissements selon une dynamique naturelle vers des sujets complexes traités avec une part croissante de technicité. Les savoirs produits sont d'une extraordinaire portée, mais sont également devenus bien peu accessibles au grand public. La société elle aussi procède à des changements permanents, et il n'y a pas de raison *a priori* pour que l'accord entre ces deux évolutions soit automatique et harmonique (Alix, 2007). Callon & al. posent la question du *retour vers le grand monde* (p 89) de ces savoirs produits par la *recherche confinée*.

Ces mêmes auteurs identifient une deuxième séparation, cette fois entre le citoyen ordinaire et son double « *le porte-parole élu et qui finit par devenir un professionnel de la représentation* » (p 179). Le problème de la représentation réside dans le fait que l'existence même d'un représentant des citoyens implique que celui-ci les fait taire en parlant à leur place, car il leur propose plus souvent de choisir parmi des options que de les imaginer. Résoudre ce problème sans rejeter le principe même de la démocratie nécessite la mise en place de procédures de délibérations (forums hybrides, conférences de consensus, débats citoyens, etc.) par lesquelles les représentés apprennent progressivement dans la discussion à déterminer leurs préférences, sans déléguer leur pouvoir démocratique à leurs représentants. La conjonction de ces deux délégations, celle de la production de savoirs aux experts et celle du pouvoir démocratique aux politiques, aboutit à un paradoxe. (Bensaude-Vincent, 2009) observe dans le même temps une défiance des individus vis-à-vis des spécialistes et des politiques, et une attente forte vis-à-vis des technosciences alors censées trouver les solutions aux problèmes qu'elles posent¹⁶. Les technosciences en tant que sources d'innovations sont mises en cause, tout en apparaissant indispensables.

1.4.3 Incertitudes et collégialité de l'expertise

La science normale au sens de (Kuhn, 1962) est par essence une activité d'analyse soumise à la critique, constituée de résolutions d'énigmes au sein de paradigmes constituant le noyau dur des théories scientifiques, visant à clore les controverses entre chercheurs par l'apport de preuves objectives, en général expérimentales. Elle ne prétend pas à intégrer dans

¹⁶ C'est ainsi par exemple que la question de la sécurité alimentaire, vive dans l'actualité de cette année 2013 au cours de laquelle nous écrivons, est essentiellement traitée par des experts reconnus pour leurs compétences scientifiques, et par des experts de la décision politique tenus de rassurer et de montrer l'efficacité des dispositifs de contrôle, avec bien peu d'implications de citoyens qui pourraient par exemple débattre des effets de l'industrialisation des systèmes de production.

son processus de production de savoirs la vivacité sociale des enjeux sociétaux de ces productions. Mais lorsqu'ils doivent répondre à une question permettant d'éclairer une décision politique, les scientifiques passent du statut de chercheurs à celui d'experts, alors que les incertitudes ne sont pas seulement scientifiques et dépassent donc leurs champs de compétences. Les savoirs impliqués dans les problématiques postmodernes du DD étant émergents et distribués, le recours à l'expertise des seuls scientifiques n'apaise pas les débats.

L'intégration des incertitudes, de la complexité et de la vivacité sociale dans la prise de décision est le fondement de la *Post Normal Science* (PNS) ; (Funtowicz & Ravetz, 1993) partent du constat qu'un des problèmes posés est de ne pas avoir le temps de collecter des informations et de devoir décider rapidement pour des risques dont il n'existe pas encore de preuves. Une question centrale est alors celle de la nature des savoirs à collecter et/ou à produire, en considérant que les décideurs dans tous les domaines ont un accès rapide à des masses de données quantitatives pour les aider à formuler leurs politiques, lesquelles sont évaluées à l'aune de l'efficacité des solutions qu'elles peuvent apporter.

Suite aux débats sur les risques de l'énergie nucléaire, Funtowicz et Ravetz ont suggéré d'évaluer autant les conditions de production des savoirs que leur pertinence par rapport au contexte de leur usage. On retrouve la prise en compte de ces deux déterminants avec l'analyse des transformations des productions de savoirs de Gibbons, Nowotny, Schwartzman, Scott & Trow (1994). Ces auteurs voient dans les activités de recherche de la société post-industrielle une évolution depuis la science normale de Kuhn (conduite dans des laboratoires disciplinaires à partir de questions théoriques fondamentales) à un *mode 2 de production des savoirs* dans des espaces, qu'ils nomment *agoras*, remodelés par l'évolution des moyens de communication, l'ouverture des problématiques de recherche à des questions sociétales ne dépendant pas des disciplines académiques universitaires, les transformations des modes de financement et d'évaluation des laboratoires. «*The agora is the problem-generating and problem-solving environment in which the contextualization of knowledge production takes place. It is populated not only by arrays of competing 'experts', and the organizations and institutions through which knowledge is generated and traded, but also by variously jostling 'publics'.* » (Nowotny, Scott, & Gibbons, 2003, p. 192).

L'épistémologie de la PNS consiste à relier les savoirs scientifiques aux éléments du contexte socio-politique et culturel susceptibles de leur donner du sens. Un premier niveau d'incertitude est ainsi à évaluer : celui lié aux processus de sélection d'informations et de contrôle de leur validité durant la production de savoirs. A leur propos, Funtowicz et Ravetz constatent que les incertitudes caractérisant les situations considérées ne disparaissent pas

avec l'accumulation de savoirs ; au contraire, plus les recherches sont menées, plus le système se complexifie, et des dimensions sociales conflictuelles s'insèrent dans l'espace scientifique. L'évaluation formalisée par le système *NUSAP* de notation qu'ils proposent (Numéraire, Unité, Dispersion, Evaluation, et *Pedigree*) concerne le niveau d'approximation fourni par les quantités mesurées (choix des mesures effectuées et représentativité des indicateurs choisis), le degré d'utilisation des observations directes pour estimer les variables, la rigueur méthodologique du traitement et du contrôle des mesures ou estimations, le processus de validation (par la vérification des données et hypothèses utilisées pour produire l'information). Considérant que tout système est une construction intellectuelle humaine, dans laquelle des choix de phénomènes et d'explications sont opérés, Funtowicz et Ravetz insistent sur le danger qu'il y aurait à considérer les observateurs et analystes comme extérieurs au système, puisqu'ils en sont des éléments ne serait-ce que socialement et géographiquement. Chaque observateur et analyste d'un système complexe fonctionne avec certains critères de sélection des phénomènes, à une certaine échelle et en intégrant certaines valeurs dans ses engagements. Le résultat des observations et des analyses séparées n'en est pas arbitraire pour autant, mais il est partial ; aucun de ces résultats considéré séparément ne pouvant englober l'ensemble du système. Par conséquent, l'évaluation de ce que Funtowicz et Ravetz nomment le *Pedigree* des informations passe par l'identification des enjeux institutionnels, économiques et sociaux à l'œuvre au cours de la production de savoirs¹⁷.

Le deuxième niveau d'incertitude à prendre en compte dans la PNS est celui de la pertinence des savoirs scientifiques produits dans le contexte de leur usage, c'est-à-dire intégrés dans un système complexe. La diversité de perceptions d'un même contexte est alors déterminante. Funtowicz et Ravetz filent la métaphore de la parabole indienne « *Feeling the elephant* » pour illustrer l'importance des opérations de référencement dans la perception. Il s'agit d'une fable¹⁸ relatant comment cinq aveugles essayent de deviner ce qu'ils perçoivent en touchant différentes parties d'un éléphant : celui qui touche la patte pense à un arbre, la trompe à un serpent, le ventre à un bateau, la queue à un balai, l'oreille à un éventail. La perception de chacun se réfère à la fois à ce qu'il connaît déjà et aux éléments de l'environnement qu'il considère. En découle une caractéristique essentielle de la PNS : la nécessité d'intégrer la possibilité de multiples approches pour une même question et de multiples réponses à lui apporter. Elle implique une participation étendue consistant à

¹⁷ Comment calculer combien de litres d'eau sont utilisés pour produire un kg de bœuf ? Les choix méthodologiques de recueil de données et les indicateurs retenus sont à discuter.

¹⁸ Disponible sur http://www.noogenesis.com/pineapple/blind_men_elephant.html

travailler en délibération sur les limites des réponses techniques et scientifiques, à construire un dialogue entre experts et non experts. Dans la dynamique visant à peser les conséquences sociétales des alternatives envisageables, les acteurs sociaux doivent être associés à l'activité de recherche, acquérir leurs connaissances en contexte, et constituer des communautés de pairs élargies (*extended peer community*). Ainsi, le champ d'application de la PNS est délimité par deux dimensions : l'incertitude relative aux systèmes considérés d'une part, le niveau d'enjeux de la décision à prendre d'autre part. Lorsque ces deux paramètres sont faibles, les approches classiques de la science normale sont efficaces. Lorsque les deux sont à un niveau intermédiaire, l'application de techniques routinières n'est plus suffisante, des habiletés et des capacités de jugement forgées par une longue expérience sont requises et il devient nécessaire de consulter des professionnels aguerris. Lorsque la complexité des systèmes et les enjeux politiques augmentent, que les conclusions ne peuvent être déterminées par des faits scientifiques, que l'accumulation de données supplémentaires ne conduit à aucune certitude même avec un traitement informatique, la qualité du processus de prise de décision doit être encore améliorée et l'ouverture de l'expertise à toutes les parties prenantes impliquées devient nécessaire.

La nécessaire approche collégiale et contradictoire de l'expertise postmoderne est également soulignée par Roqueplo (1997). Il suggère lui aussi la mise en place de collectifs pluridisciplinaires pour s'affranchir des difficultés et des risques liés à l'expertise individuelle. Face aux questions soulevées par les manipulations génétiques, la transition énergétique, la sécurité alimentaire, les transformations des environnements etc., le processus démocratique doit être étendu aux choix techniques et scientifiques. Le modèle qu'il propose ne considère pas une objectivité scientifique *a priori*, et reconnaît le doute comme élément constitutif du savoir et envisage l'expertise comme un processus : l'instance de décision forge un jugement face à des experts spécialistes de leurs disciplines se faisant les avocats de différentes thèses scientifiques. Il n'est alors pas attendu des experts qu'ils closent les controverses, mais plutôt qu'ils ouvrent le champ des possibles. Beck (1986, *ibid.*) souligne que les risques échappent aux frontières des disciplines et des attributions des institutions : « *la science perd le monopole de la rationalité* » (p. 52). L'autorité de l'Etat, désormais perçu comme un acteur parmi d'autres (Fabiani & Theys, 1987), est également remise en cause. (Topçu, 2008) montre avec l'exemple français des critiques vis-à-vis du nucléaire comment la stratégie consistant à considérer les non-spécialistes comme des ignorants irrationnels a conduit les responsables à ne pas appeler à prendre les mesures de précaution de base suite à l'accident de Tchernobyl. Selon cette auteure, la dichotomie expert/profane est une reprise

d'autres frontières telles que science *versus* croyance ou raison *versus* obscurantisme. La légitimation de la gestion politique des risques passe par plus de participation, et bien que les États ne soient pas déchargés de leur responsabilité régaliennne, les *profanes* n'acceptent plus d'être tenus à l'écart des décisions. Devant l'impossibilité de fixer scientifiquement un seuil en dessous duquel le risque serait nul, c'est le seuil d'acceptabilité des risques qui est à négocier. La catégorie profane a-t-elle alors lieu d'être ? Il ne s'agit pas seulement de partager le savoir, mais également de partager le pouvoir (Lévy-Leblond, 1992). L'autorité de la science ne suffit pas à rassurer comme l'a par exemple montré la réticence des français en 2009 à se faire vacciner contre la grippe H1N1. Le *deficit model* (Wynne, 1996), considérant que les citoyens n'approuvent pas les innovations technoscientifiques parce qu'ils ne les comprennent pas, a fait long feu. Callon, Lascoumes et Barthe (2001 *ibid.*) ont montré comment des parents d'enfants myopathes, des malades du Sida ou des riverains des sites désignés pour l'enfouissement des déchets nucléaires deviennent de véritables spécialistes sur les sujets qui les concernent. La contre-expertise profane s'exprime.

I.5 La participation démocratique, pour une politique de l'Anthropocène

Les débats à propos de la durabilité de notre développement s'enracinent dans de multiples questionnements articulés autour de l'idée de progrès : questionnement philosophique du rapport de l'homme à la nature, questionnement socio-politique du rapport des citoyens aux décideurs, questionnement épistémologique du rapport des profanes aux scientifiques. Ils sont également le reflet des conflits entre intérêts individuels et intérêts collectifs. Pour (Hardin, 1968), qui illustre son propos à partir de l'exemple d'un champ de fourrage commun à un village dans lequel chaque éleveur vient faire paître son troupeau, le problème de la surexploitation des ressources environnementales est une conséquence de la *tragédie des biens communs* : une ressource limitée en propriété commune¹⁹ tend à être surexploitée, car chacun a un intérêt à maximiser son usage individuel (chaque éleveur a intérêt à augmenter la taille de son troupeau) en limitant les frais d'une gestion durable, au motif que ce sont les autres qui en profiteront. Ainsi, le DD reflète-t-il les paradoxes (Deléage, 2005) et les tensions de l'époque post-moderne. Comment alors concevoir pratiquement une politique de l'Anthropocène ? Pour Bourg (Bourg, 2005), il s'agit d'admettre la richesse de démarches *bottom up* et de développer la démocratie participative. Dès 1992, la participation a été centrale dans les principes énoncés à Rio, comme dans la

¹⁹ L'économiste américain Paul A. Samuelson a défini en 1954 un bien collectif par deux critères: on ne peut exclure personne de son usage, et l'usage par un individu n'empêche pas celui d'un autre.

démarche 21 préconisée. Cette démarche repose sur un diagnostic partagé par l'ensemble des acteurs dans le cadre de stratégies articulant le local, le régional, le global. L'application du principe de précaution, nous l'avons vu avec la PNS, est étroitement liée à la mise en œuvre de processus décisionnels collégiaux. Intégrer aux politiques de développement la perspective de durabilité implique d'inventer des outils de gouvernance pour un monde dans lequel les séparations entre citoyens, scientifiques et politiques s'effacent, de procéder à une redistribution du discutable et du non-discutable, de penser les conditions du contrôle social du développement des technosciences par les individus. « *On ne peut pas, en particulier, supposer que l'on va obtenir le monde commun par simple extension des sciences ; les sciences vont effectivement s'étendre et on saura donc plus, mais on ne peut plus maintenant associer plus de science à plus d'unité. L'unité doit être obtenue par des procédures qui appartiennent à la politique, si par politique on entend la construction d'un monde commun.* » (Latour, 2003, p. 129). Il s'agit bien de trouver des solutions à la tragédie des biens communs. Hardin (1968, *ibid.*) en voyait trois, la nationalisation, la privatisation, la gestion par les communautés locales. C'est cette troisième voie entre privatisation et gestion étatique, qu'Ostrom (1990, prix Nobel d'économie en 2009 avec O. Williamson pour ces travaux sur la gouvernance des biens communs) a explorée. A partir de quatorze études de cas de terrains sur divers continents, ses investigations ont démontré que la surexploitation des biens communs peut être évitée lorsque les utilisateurs s'organisent eux-mêmes pour gérer les biens partagés en libre accès. (Harribey, 2011) remarque que la première condition de réussite des coordinations observées par Ostrom est que les règles soient définies collectivement, connues et reconnues de tous.

Bilan du chapitre 1

Dans ce premier chapitre, nous avons vu comment les problématiques du DD dans les sociétés occidentales postmodernes révèlent une crise de l'expertise. Au cours de l'époque dite moderne marquée par la révolution industrielle, l'intégration des savoirs scientifiques aux décisions politiques était un allant de soi. Les décisions en matière d'innovations technologiques étaient prises par les représentants de l'Etat chargés d'élaborer une représentation objective des contraintes, des risques et des options possibles, puis de choisir par recours à l'énoncé scientifique des faits. Depuis, les épistémologues et les sociologues ont déconstruit l'illusion de neutralité de la science en montrant combien la production des savoirs scientifiques est influencée par le contexte de leur émergence, et la théorie critique de l'Ecole de Francfort a dénoncé les conséquences culturelles de la rationalité instrumentale.

Lorsque seule la compétence technique de l'expert est considérée en occultant les discussions sur les implications et les valeurs en jeu, le modèle à la fois positiviste et centralisateur de l'expertise entretient artificiellement une double séparation : entre le profane et le scientifique, et entre le citoyen et le décideur. Avec l'émergence du concept d'environnement comme système bio-physique, social et économique produit et transformé par les activités humaines, une troisième séparation artificielle, entre la nature et la culture, est mise en lumière par la perspective de DD.

Dans le quotidien de l'époque postmoderne, les QSVE soulevées par les risques des innovations technoscientifiques sont plus que jamais complexes et porteuses d'incertitudes. Elles ouvrent les débats entre spécialistes scientifiques mais aussi dans les diverses institutions sociales où elles appellent à la construction *d'objectivité de second rang* (Latour, 2007) par le croisement des subjectivités. Elles reconfigurent les relations des citoyens aux savoirs scientifiques car leur traitement implique l'intégration de savoirs multiples (sociaux, professionnels, scientifiques) aux processus décisionnels. L'évolution vers les comportements nouveaux qu'implique la perspective de DD suppose de lever au moins deux doutes : le doute sur l'importance des enjeux planétaires contemporains, et celui sur la capacité individuelle à agir. Elle conduit à reconsidérer le poids joué par les experts scientifiques et les citoyens non-experts dans l'action publique, à concevoir l'expertise comme un processus collégial d'application du principe de précaution, rendu possible par la participation de chacun aux processus démocratiques, dans une gestion territorialisée.

Dans cette visée, l'éducation constitue un levier essentiel de l'opérationnalisation du DD. Elle doit à la fois développer la culture scientifique, la connaissance de la nature des sciences, la rationalité critique et la réflexion politique sur les modalités de gouvernance des incertitudes et des controverses socioscientifiques.

Chapitre II : L'éco-citoyenneté scientifique critique et active, enjeu de l'éducation post-normale

Nous avons vu que la vivacité sociale des questions environnementales contemporaines traduit un changement des regards sur l'environnement, le progrès et l'innovation technoscientifique, l'expertise et le discours de la modernité. Dans ce chapitre, nous posons la question de la construction d'une culture de la prospective face aux incertitudes postmodernes. Nous verrons, en cette fin de décennie 2005-2014 dédiée par l'UNESCO à l'EDD, qu'au lieu d'une éducation standard à un développement décrété durable, ce sont DES éducations aux développements durables qui foisonnent. Les pratiques expriment la diversité des prises en charge de l'héritage des temps modernes et la plus ou moins grande reconnaissance du caractère artificiel des distinctions passées entre l'homme et la nature, l'activité scientifique et l'activité sociale, l'expert et le profane.

II.1 Orientations des Éductions relatives à l'environnement et au développement durable

Les problématiques environnementales apparaissent dans les injonctions et prescriptions des institutions internationales pour la promotion d' « éducations à... » durant les années 1970, dans le cadre des Éductions Relatives à l'Environnement (ERE). L'EDD est quant à elle plus récente, puisqu'elle date du sommet de Johannesburg de 2002. Dans ce paragraphe, nous verrons comment la diversité de conceptions de l'environnement d'une part, du développement humain d'autre part, détermine les objectifs éducatifs visés par les différents courants d'ERE et influence les positionnements vis-à-vis de la généralisation préconisée de l'EDD.

II.1.1 Une grille de lecture des postures en ERE

Dans l'émergence des ERE, Lucas (Lucas, 1980-1981) constate que l'environnement se voit accorder différents statuts ; selon les postures et stratégies des éducateurs, il peut être le milieu d'apprentissage en tant que ressource pédagogique, l'objet d'étude lui-même, ou bien une finalité en soi. Ainsi, la catégorisation de Lucas repose-t-elle sur la distinction entre trois orientations, l'éducation *par et dans* l'environnement (comme milieu d'apprentissage), l'éducation *au sujet de* l'environnement (comme objet d'étude), et l'éducation *pour* l'environnement (comme finalité). Robottom et Hart (1993) ont dressé un parallèle entre ces trois approches de l'ERE et les paradigmes dominants dans les recherches en éducation, en se référant aux travaux de Carr & Kemmis (1986). La typologie de

Robottom & Hart a été depuis abondamment reprise (Sauvé, 1997 ; Bader, 1998-1999 ; Liarakou & Flogaitis, 2000 ; Rousseau & Girault, 2003 ; Fortin-Debard, 2004, Girault & Sauvé, 2008) tant elle fournit une intelligibilité au champ de l'ERE ; elle permet d'en dresser une cartographie qui s'enrichit au fur et à mesure de l'émergence de propositions nouvelles (Sauvé recense sept courants d'ERE en 1991, quinze en 2006). Fondamentalement, Carr & Kemmis (1986, *ibid.*) se sont appuyés sur l'épistémologie d'Habermas (1968 *ibid.*), lequel différencie, nous l'avons vu, les savoirs instrumentaux produits par les sciences empirico-analytiques privilégiant l'explication causale, les savoirs pratiques des sciences historico-analytiques orientés vers la recherche de significations, et les savoir réflexifs des sciences sociales critiques visant l'émancipation. Carr & Kemmis ont repris ces trois catégories pour caractériser trois paradigmes dominants (positiviste, interprétatif, critique) dans les approches théoriques des sciences de l'éducation. A leur tour, Robottom & Hart se sont appuyés sur ces fondements théoriques, ils ont décrit trois épistémologies déterminant les catégories de pratiques d'ERE. i) L'approche positiviste privilégie les apports de savoirs objectifs des disciplines académiques (Sciences de la Vie et de la Terre, Histoire, Géographie, éducation civique, etc.) pour justifier les pratiques de gestion des ressources environnementales. C'est l'éducation *au sujet de l'environnement* de Lucas. Inspirée de la psychologie behavioriste, elle vise prioritairement le comportement civique et responsable des futurs citoyens qui devront faire face à des problèmes environnementaux dans leur vie quotidienne et professionnelle. La rationalité dominante est technique et instrumentale. L'importance accordée à une meilleure gestion des ressources et aux recommandations de bonnes pratiques témoigne d'une conception anthropocentrée des rapports homme-nature, qui renvoie au discours de la modernité pour lequel le progrès est atteint par le développement des savoirs et l'amélioration des techniques. ii) L'approche interprétative prend, elle, appui sur un rapport étroit à l'environnement et considère l'expérience comme source première d'apprentissage. Education *par et dans* l'environnement, la principale source de savoirs est le vécu des apprenants ; inspirée du constructivisme, elle privilégie la construction de significations par l'intersubjectivité. La dimension éthique est première, c'est par la construction de la valeur de l'environnement que se forge l'intention d'agir pour préserver son intégrité. Elle vise l'empathie avec l'environnement, dans une conception biocentrée où l'homme est partie intégrante de la nature. iii) La troisième catégorie est l'approche de la critique sociale, revendiquée par Robottom et Hart. Il s'agit d'explicitier les valeurs, positions et intérêts des acteurs humains en interactions, de rendre compte des réalités sociales des situations-problèmes environnementales et d'en réaliser l'analyse critique. Education *pour*

l'environnement, elle vise l'engagement personnel et collectif dans l'action en vue d'améliorer les environnements physiques ET sociaux. Les connaissances ne sont pas puisées dans les disciplines académiques d'enseignement et les savoirs d'experts, ni dans le rapport sensible à la nature, mais dans le processus d'investigation collaborative de tous les acteurs concernés par les problèmes environnementaux réels et concrets. La conception des relations homme-nature procède ici de l'écocentrisme-communalisme (O'Riordan, 1985, cité par Liarakou & Flogaitis, 2000 *ibid.*) dans laquelle la nature est perçue comme une réalité construite socialement.

Bien qu'obligatoirement simplificatrice, la catégorisation de Robottom & Hart a le mérite de révéler des tendances. Parmi les quinze courants recensés par Sauvé en 2006, nous présenterons ceux qui permettent d'exemplifier des orientations marquées. Précisons qu'il ne s'agit pas de considérer ces courants comme monolithiques en les réduisant à une unique orientation, ni comme figés en occultant leurs évolutions et leurs hybridations.

II.1.2 Approches françaises de l'ERE

Notre recherche s'inscrivant dans le contexte français de ce début de 21^{ème} siècle, nous nous focaliserons sur des actions identifiées en France par Fortin-Debard (2008) en milieu scolaire, par Girault & Fortin-Debart (2008) en milieu éducatif informel. Afin d'actualiser ces analyses, nous indiquerons quelques évolutions se dessinant en 2013. Nous compléterons cette description par une comparaison avec deux exemples d'ERE à l'étranger, l'approche allemande des *gestaltungskompetenz* et l'approche québécoise du *Vivre ensemble sur Terre*.

II.1.2.1 Approches positivistes

L'approche positiviste et la rationalité instrumentale sont marquées dans le courant *conservationniste* qui rassemble les propositions axées autour de la conservation de la qualité de l'eau, du sol, de la biodiversité, etc. L'environnement y est conçu comme un patrimoine dont l'homme est le gestionnaire. En milieu scolaire, son approche se traduit majoritairement par les études des milieux, cycles et indépendances écologiques. Elles représentent en 2006, les deux tiers des actions analysées (Girault & Fortin-Debard, *ibid.*)²⁰. Au collège, les mises en œuvre observées sont réparties à part égale entre des dispositifs pluridisciplinaires et des approches propres aux disciplines scientifiques (observations, relevés, manipulations, expérimentations). Les approches pluridisciplinaires sont davantage privilégiées au lycée, et

²⁰ Disponible sur http://www.refere.uqam.ca/pdf/rapports/2006_girault_yves.pdf

les approches seulement scientifiques à l'école primaire. Cette éducation encyclopédique *au sujet* de l'environnement domine les pratiques observées, en conformité avec l'orientation donnée par les instructions ministérielles. Quatre thèmes sont préconisés à l'école primaire, par le site Eduscol²¹ : la biodiversité, l'évolution des paysages, les trois R (Réduire, Réutiliser, Recycler), la gestion des environnements. Au collège, les instructions officielles de l'Education nationale de 2008 ont explicité les liens entre les programmes de sciences et technologie de collège et l'EDD afin de développer les contributions de ces disciplines à l'EDD, le DD étant le fil conducteur du programme de géographie de cinquième. Depuis 2010, les programmes de Sciences de la Vie et de la Terre (SVT) de lycée sont organisés autour de trois thématiques structurantes dont l'une est nommée *Enjeux planétaires contemporains*. Sont abordés en seconde l'énergie et le sol, en première S la recherche d'hydrocarbures, l'utilisation des productions végétales et animales, les pratiques alimentaires collectives et perspectives globales. En terminale S, avec la géothermie et la plante domestiquée par l'homme, il est précisé que « *la perspective utilisée ici conduit aux métiers de la gestion publique, aux professions en lien avec la dynamique de développement durable et aux métiers de l'environnement (agronomie, architecture, gestion des ressources naturelles* ». Cette approche scolaire de la durabilité témoigne d'une conception de l'environnement comme une ressource partagée au service du développement socio-économique.

L'éducation au sujet de l'environnement en milieu informel vise la gestion de l'eau, des déchets, des énergies, etc. par la mise en scène de situations de découvertes de phénomènes scientifiques au sein de centres culturels, associations de cultures scientifiques et techniques et musées scientifiques. L'orientation conservationniste de l'ERE se traduit par la mise en place de sentiers-nature réalisés par les services pédagogiques des Parcs Naturels Régionaux, de ballades et séjours de découverte organisés par des clubs (par exemple la fédération « Connaitre et Protéger la Nature ») et des Centres Permanents d'Initiation à l'Environnement. En outre, de nombreuses interventions en classes et animations pédagogiques à destination des scolaires sont proposées par les associations dans des partenariats avec l'éducation nationale. Elles portent principalement sur la découverte des milieux naturels et la préservation de la biodiversité.

²¹ La généralisation de l'EEDD est préconisée dans l'Education Nationale par la circulaire n° 2004-110 du 8 juillet 2004.

II.1.2.2 Approches sensibles et interprétatives

L'approche interprétative des éducations *par et dans* l'environnement a pour postulat fondamental celui de l'homme comme partie intégrante d'un milieu permettant son développement (l'éco-ontogenèse de Berryman, 2003). En milieu scolaire, elle oriente dès les années 70 les activités d'éveil du tiers temps pédagogique de l'école élémentaire dont sont issues les classes transplantées (classes de mer, de neige) puis, sous l'impulsion de Savary dans les années 80, les classes de découvertes et les classes de patrimoine, et dans les années 90 les classes environnement du réseau Ecole et Nature. Les stratégies éducatives s'appuient sur des activités d'exploration et d'appropriation de milieux, s'inscrivant dans le courant *naturaliste* pour lequel il s'agit avant tout de comprendre comment fonctionne la nature puisque l'homme en est issu, nature qui a le droit d'exister par et pour elle-même. Après une expansion importante (350 000 enfants concernés en 1982 d'après le rapport au parlement de 2004 (rapport Pavy cité par Girault & Fortin-Debart), de graves accidents pendant les classes de découvertes dus à des prises de risque inconsidérées ont conduit à leur substituer des *sorties scolaires avec nuitées*, dont les consignes de sécurité contraignantes tendent à diminuer la part des activités de nature. Actuellement, l'approche sensible et interprétative se traduit par exemple à l'école dans les projets de jardins, au collège dans des sorties de SVT couplées à des activités sportives de plein air. A l'heure où nous écrivons, l'accent semble être mis sur une ERE naturaliste dans l'Education Nationale : l'amendement n° 178 rectifié²² à l'article 28 du projet de loi d'orientation et de programmation pour la « refondation de l'école de la république »²³ a été adopté en première lecture au sénat le 24 mai 2013²⁴. Il énonce : « *L'éducation à l'environnement et au développement durable débute dès l'école primaire. Elle a pour objectif d'éveiller les enfants aux enjeux environnementaux. Elle comporte une sensibilisation à la nature et à la compréhension et à l'évaluation de l'impact des activités humaines sur les ressources naturelles* »²⁵.

Dans le milieu informel, les mouvements d'éducation populaire (Jeunesse au plein air JPA, Francas, Union nationale des Centres sportifs de Plein Air UCPA, etc.) sont centrés sur le développement de la personne. On trouve dans les projets des centres de loisirs, de

²² Disponible sur http://www.senat.fr/amendements/2012-2013/569/Amdt_178.html

²³ enregistrée à la présidence de l'assemblée nationale le 23 janvier 2013

²⁴ Disponible sur

http://www.senat.fr/espace_presse/actualites/201305/le_senat_examine_le_projet_de_loi_relatif_a_la_refondation_de_lecole.html

²⁵ Remarquons au passage que l'article 28 est dans la section 4 du chapitre définissant le contenu des enseignements scolaires, section dédiée à *l'enseignement moral et civique*.

vacances, d'accueil, des visées éducatives qui caractérisent le courant *mésologique*, telles que le développement d'un sentiment d'appartenance au milieu naturel et social, l'émergence de la responsabilité. Les activités ludiques et sensorielles des fermes d'animations, éducatives, pédagogiques s'inscrivent également dans la perspective cognitive et expérientielle du courant naturaliste. Les stages en pleine nature déconnectant les éclaireurs et scouts de la société de consommation procèdent d'un éco-civisme plus fondamental. Cette orientation se rapporte au courant *moral/éthique* qui vise la construction de systèmes de valeurs par l'expérience de moments de vie en harmonie avec le milieu.

II.1.2.3 Approches critiques

Avec l'approche critique, ce sont les interactions homme-nature qui sont centrales. L'environnement y est entendu comme une construction collective émergeant au quotidien dans les questions vives de la société. En milieu scolaire, quelques mises en œuvre relèvent du courant *résolutique*, pour lequel il s'agit de développer des habiletés à résoudre les problèmes environnementaux. A l'école primaire, il s'agit de projets d'aménagements de milieux de vie (école, quartier, commune) dans lesquels les investigations des élèves les conduisent à des propositions mises en débat. De tels projets sont encore peu proposés (lors de son étude, Fortin-Debard n'en a observé que deux) mais leur nombre augmente, par exemple dans les programmes éco-école qui proposent des thématiques comme le transport dans la commune ou le commerce équitable. Dans le secondaire, les actions mettant en discussion la diversité d'intérêts des acteurs sociaux sont plus fréquentes, tout en restant très minoritaires (Fortin-Debard en cite 8/134 pour le collège, 9/89 pour le lycée). La visée d'éducation scientifique citoyenne qui implique un renouvellement des problématiques scolaires peine à trouver sa place dans le système français. Les actions sont essentiellement centrées sur des gestes à adopter. Il s'agit dans la plupart des cas de mettre en place dans l'établissement ou dans les classes un système de tri des déchets et d'inciter les élèves à participer à ce tri. En 2008, le rapport Bonhoure²⁶ sur les liens entre SVT et EDD souligne que le renouvellement des problématiques est balbutiant. L'EDD rejoint dans sa prescription l'orientation du socle commun de connaissances et de compétences, disposition majeure de la loi d'orientation et de programme pour l'avenir de l'École du 23 avril 2005, qui met en avant les compétences des élèves (dont *la culture humaniste et la culture scientifique permettant le libre exercice de la citoyenneté, le développement de l'autonomie et de l'initiative de l'élève* et incite les

²⁶ Disponible sur <http://acces.inrp.fr/eedd/climat/pedagogie/edd-rapport-2008-de-l2019inspection-generale-de-svt/>

enseignants à ne pas isoler leur pratique dans une seule logique disciplinaire. La consultation à partir du site Eduscol au cours des années 2007 et 2008 des projets d'EDD en lycée par Tutiaux-Guillon & Considère (2010) a révélé que les établissements les plus impliqués dans ces projets étaient les lycées professionnels et techniques. L'analyse détaillée des contributions disciplinaires conduit Tutiaux-Guillon & Considère à conclure que la pluridisciplinarité y vise davantage la complémentarité des apports de savoirs que l'éclairage des différences de problématisation entre les disciplines. Le montage et le pilotage de projets visant la compréhension des relations entre les questions environnementales, économiques et socioculturelles ne sont pas facilement compatibles avec les horaires normaux et la forme scolaire traditionnelle structurée par le découpage disciplinaire (Vincent, 1994)²⁷. C'est la raison pour laquelle dès 1977 dans la circulaire d'instruction générale sur l'éducation des élèves en matière d'environnement²⁸, il a été choisi de ne pas ajouter une nouvelle discipline en insistant sur le fait que l'ERE doit s'insérer de manière transversale dans les matières ordinaires. Les circulaires suivantes, de l'Éducation à l'Environnement pour un Développement Durable (EEDD)²⁹ puis l'EDD³⁰, ont maintenu ce cap. Tutiaux-Guillon & Considère (2010 *ibid.*) y voient un paradoxe « *le Ministère impose mais, faute d'inventer une discipline scolaire nouvelle, il prend le risque que les savoirs relatifs au DD et la dimension éducative soient dilués dans les disciplines existantes, installées de longue date et dotées de vulgates.* » (p 194). Bien que des thèmes de convergence soient identifiés dans les programmes, et que des espaces propices à l'interdisciplinarité existent (Itinéraires De Découvertes, Travaux Personnalisés Encadrés, Projets Pluridisciplinaires à Caractère Professionnels, Enseignements Intégrés en sixième, Enseignements d'explorations en seconde, etc.), les investir et y développer une éducation *pour* l'environnement ne demande pas aux professeurs de l'Education Nationale que du temps et de l'énergie ; cela implique un changement de posture. L'EDD telle que présentée par la circulaire de généralisation de l'EDD en 2004 est une éducation *pour* l'environnement. Elle définit l'environnement comme *un système complexe qui constitue le milieu de vie de l'Homme*, et elle plaide pour une prise

²⁷ Le concept de forme scolaire formalisé par Guy Vincent désigne le mode d'organisation de l'école dans laquelle s'institue un espace-temps spécifique dans et au cours duquel les élèves, distribués par groupes d'âge progressant régulièrement, reçoivent un enseignement où les savoirs sont découpés et rangés dans des disciplines distinctes.

²⁸ Circulaire n° 77-300 du 29 août 1977

²⁹ Circulaire n° 2004-110 du 8 juillet 2004 Généralisation de l'éducation à l'environnement pour un développement durable

³⁰ Circulaire n° 2007-077 du 29 mars 2007: Seconde phase de généralisation de l'éducation au développement durable ; Circulaire n° 2011-186 du 24 octobre 2011 : Troisième phase de généralisation de l'éducation au développement durable

en compte dans les apprentissages scolaires des différentes échelles de temps et d'espace et de la complexité, appelant une approche systémique qui articule les composantes environnementale, économique, sociale et culturelle. Pellaud, Giordan, & Easte, (2007) assimilent le DD à un nouveau paradigme scolaire, auquel sont associés les principes de non-permanence et de relativité, de non-certitude, d'interdépendance. Cette approche est plus familière des professionnels de l'enseignement agricole que de l'Éducation Nationale. L'enseignement agricole revendique comme une de ses spécificités la pluridisciplinarité ; elle est inscrite dans les référentiels d'enseignement et les moyens horaires qui lui sont attribués sont importants. La complexité des objets (agrosystème, exploitation agricole, bassin versant etc.) associant à la fois l'agronomie, l'économie, le social, le culturel, comme la nécessité de composer avec de nombreuses incertitudes et de penser les régulations à diverses échelles de temps et d'espace, a conduit à développer le courant *systémique* qui vise à mieux faire comprendre les dynamiques, interactions, points de rupture et évolutions possibles dans les socio- écosystèmes.

En milieu informel, les approches de la critique sociale ne sont pas revendiquées comme orientation première, mais viennent en complément des autres approches. Ainsi se dessine une tendance aux approfondissements des perspectives de développement de territoires en questionnant les relations de l'homme à la nature en tant qu'être social. Elle sous-tend l'intégration du questionnement des impacts environnementaux dans le fonctionnement des centres d'accueil de la Ligue de l'enseignement, les incitations des collectivités locales à des réflexions collégiales sur la question de la circulation urbaine, les accompagnements municipaux à la gestion de jardins partagés, etc. Elle est également observable par exemple dans les animations proposées par les associations partenaires du réseau Eko-acteurs en Rhône-Alpes³¹ où l'on peut trouver des projets autour de l'implantation d'une autoroute, de la prise en compte des risques liés à la proximité de la rivière dans les aménagements locaux, de la circulation automobile devant l'école, etc.

II.1.3 L'ERE tournée vers l'action en Allemagne, vers la conscientisation au Québec

Deux exemples étrangers permettent de mettre en perspective ces orientations françaises. En Allemagne, l'accent est mis sur le développement de compétences pour l'action. Le programme de la Gestaltungskompetenz (De Haan, 2006), déclinée en douze sous-compétences, vise la capacité à utiliser des connaissances pour identifier les problèmes posés par les développements non-durables. Il s'agit de tirer des conclusions quant aux

³¹ Disponible sur <http://www.les-ekoacteurs.org/images/stories/ekoacteurs/Projetsrecus.pdf>

évolutions écologique, économique et sociale sur la base d'une analyse des situations actuelles et futures, de prendre des décisions sur cette base. À l'intersection des courants résolutique, scientifique, systémique et biorégionaliste (par référence à la typologie de Sauvé ; 2006 *ibid.*) l'environnement y est à la fois abordé comme un problème, un objet de savoir, un système d'interactions et un projet communautaire, dans le but de promouvoir l'engagement des individus dans la mise en œuvre individuelle et collective de processus de DD. Ce programme conjugue une éducation *pour* l'environnement, *par* l'environnement en ce qu'elle est résolument tournée vers l'action, et *au sujet de* l'environnement via des approches scolaires transdisciplinaires. Les actions des individus (Systemkompetenz en formation professionnelle) sont abordées comme des sous-systèmes influencés par les phénomènes sociaux, économiques et politiques.

Avec le Programme de Formation de l'École Québécoise (PFEQ)³² en 2003, l'accent est mis sur la conscientisation. En contextualisant des situations d'apprentissage par des enjeux environnementaux, les élèves sont amenés à prendre conscience de l'influence que peuvent avoir leurs propres actions. Il est considéré clairement que les conditions de vie sont largement tributaires de la préservation du milieu biophysique, alors qu'en France ce débat n'est pas clos³³. Les enjeux environnementaux retenus au Québec sont en particulier liés à la consommation ; un des cinq Domaines de Formations Générales présentés par le PFEQ comme des problématiques auxquelles les jeunes doivent faire face dans différentes sphères importantes de leur vie, est intitulé environnement et consommation. Les apprentissages sont transversaux à toutes les disciplines et « *apportent des éclairages complémentaires sur les dimensions sociale, politique, économique, scientifique, technologique et éthique qui marquent les rapports de l'homme à son environnement* ». PFEQ (2003, p. 26). Les visées éducatives de cette ERE sont la construction de l'identité environnementale, l'innovation sociale, la participation active aux affaires sociopolitiques (Charland, Potvin, & Riopel, 2009). On le voit, l'intégration des questions de société aux enseignements scolaires est fortement dépendante des modèles de développement auxquels les états se réfèrent.

³² Disponible sur http://www.cspo.qc.ca/References_encadrement_local/prfrmsec1ercyclenb.pdf

³³ A ce propos, signalons l'importance de l'orientation politique dans les stratégies éducatives. Pour exemple, nous citerons le rejet de l'amendement n°179 présenté par les sénatrices Bouchoux et Blandin du groupe écologiste, au sénat français le 24 mai 2013. Cet amendement à l'article 28 de la loi sur la refondation de l'école (*ibid.*) énonçait : « *L'éducation à l'environnement et au développement durable fait percevoir et comprendre la dépendance de la qualité de vie au bon état des écosystèmes.* » Il a été rejeté par la commission parlementaire et Vincent Peillon, ministre socialiste de l'Éducation Nationale, au nom de « *petites divergences de vue quant à la notion de dépendance entre qualité de vie et bon état des écosystèmes.* » <http://www.senat.fr/seances/s201305/s20130524/s20130524001.html>

II.1.4 Justifications, finalités et dérives possibles de l'EDD

Suite à la Conférence internationale de Stockholm, 1972, le programme international de l'UNESCO (1975-1995) visait l'éducation pour l'environnement humain et était centré sur une représentation de l'environnement comme un ensemble de problèmes à résoudre qu'il importait d'envisager en relation avec les dimensions sociales et économiques des situations environnementales (Sauvé, 2006 *ibid.*). Il lui a été substitué en 2002 au sommet de Johannesburg l'Education pour le Développement Durable, dans laquelle Sauvé remarque que l'environnement n'est cité que comme *capital de ressources naturelles* en lien avec la *consommation durable*. Ainsi, les formulations successives de références internationales révèlent-elles une évolution depuis une approche résolument environnementaliste vers une orientation explicitement développementaliste. Tutiaux-Guillon & Considère (2010 *ibid.*) remarquent que l'hésitation entre environnement et développement persiste dans les textes français : la définition (indiquée plus haut) de l'environnement de la circulaire de 2004 recouvrant celle du développement durable, une clarification était nécessaire. Les finalités de l'EDD en France ont été précisées dans la circulaire de 2007: permettre au citoyen d'opérer ses choix en prenant conscience des responsabilités individuelles et collectives, des solidarités nécessaires entre les territoires et entre les générations. Passer de l'ERE à l'EDD implique un changement de perspective, puisqu'il s'agit explicitement de former à l'exercice du choix de société, d'appréhender les questions environnementales comme des questions sociales. Pour Pellaud (2011), en positionnant l'humain au centre de ses préoccupations, le développement durable replace l'homme en lien direct avec son environnement, alors que Sauvé dénonce un risque d'instrumentation de l'ERE au service de projets politiques. Elle estime que « *Le pire correspondrait à une conception de l'environnement comme un ensemble de ressources pour le développement, lui-même conçu comme croissance économique* » (2006 *ibid.* p 52). L'intégration de la perspective de développement social et économique durable à l'ERE dépend des postures d'acteurs. La prescription institutionnelle peut être adoptée sans critiques, d'autant plus que l'expression elle-même comporte un flou pouvant s'avérer confortable : sous le label EDD on trouve encore, même si la tendance s'estompe, des mises en œuvre procédant du behaviorisme visant l'éducation aux *gestes éco-citoyens* plutôt qu'aux choix. (Audigier, 2011) souligne que malgré les débats et controverses à propos du DD dans l'espace public, sa scolarisation peut se réduire à un enseignement normatif. En faire une question sociale vive est pourtant cohérent avec la finalité de formation du citoyen.

Simonneaux (2007, *ibid.*) montre, à partir du texte de l'agenda 21 produit à la conférence de Rio, que la légitimité du discours sur le DD est d'abord socio-politique. Le DD est une idéologie³⁴, pensée structurée qui s'appuie sur des choix éthiques, les valeurs, et une argumentation scientifique pour justifier et promouvoir des formes adaptées d'action collective. « *Nous sommes bien en présence d'une idéologie car le développement durable est défini comme un ensemble constitué d'objectifs politiques (solidarité entre générations, préservation de l'environnement, répartition optimale...) qui vont se décliner par des principes d'actions ; le cadre scientifique de référence est multiple (économique, écologique...) et surtout moins important que le cadre philosophique (équité, irréversibilité, solidarité, principe de précaution...).* » (p 138). La prescription d'EDD peut être vivement critiquée par les éducateurs ; les critiques portant aussi bien sur l'implicite du mot développement et à son modèle sous-jacent, que sur la traduction de l'anglais *sustainable* par le qualificatif durable. Nous avons vu au chapitre précédent les multiples entendements du DD ; de nombreux éducateurs réagissent et refusent en particulier de relayer le discours d'un projet politique dans lequel l'avenir repose sur la croissance économique passant par la production et la consommation. La nuance entre durable et soutenable est soulignée, et c'est plutôt sur l'idée de soutenabilité (le respect de la capacité de charge des écosystèmes selon la proposition du WWF à Rio en 1992) que s'est construit le Programme des Nations Unies pour l'Environnement. Girault & Fortin-Debart (2008 *ibid.*) observent que cette controverse a été féconde, puisque le passage de l'ERE à l'EDD n'a pas renforcé la tendance positiviste de l'ERE. Il résulte des critiques émises une déconstruction du concept de DD se traduisant par des mises en œuvre relevant du courant de la critique sociale. Girault & Fortin-Debart (2008 *ibid.*) observent dans le secondaire des propositions de projets thématiques autour de l'agriculture durable, du commerce équitable, de la responsabilité sociétale des entreprises, thématiques innovantes par rapport à celles de l'ERE. Dans le même temps et dans une perspective convergente se développe une éducation à la solidarité internationale via des échanges et l'ouverture vers la culture et les problématiques du développement de pays du Sud.

Le passage de l'ERE, qui propose d'éduquer autrement, à l'EDD qui utilise les canons de la forme scolaire pour se diffuser, marque selon Leininger-Frézal (2009) un point de

³⁴ Dans une perspective psycho-cognitiviste, Simonneaux parle d'idéologie pour désigner les représentations mentales qui expliquent les attitudes, préjugés et modèles des groupes sociaux.

rupture. Trois critères d'identification de démarches d'EDD sont précisés³⁵ par l'Education Nationale. Il s'agit de systématiser les questions aux différentes échelles d'espace et de temps, de prendre en compte la complexité dans le questionnement, de prendre en compte les valeurs pour développer la dimension éducative et la formation civique. Meirieu (2011) décrit quatre justifications de l'EDD en milieu scolaire, et autant de dérives possibles. i) Le caractère contemporain des questions de DD justifie sa scolarisation, avec un risque d'encyclopédisme, cette éducation ne pouvant se réduire à la transmission de savoirs *au sujet de* l'environnement. ii) L'importance de la formation aux gestes éco-citoyens ne doit pas se réduire à un conditionnement. iii) La nécessaire approche systémique de la complexité risque de réduire les apprentissages aux méthodes en occultant les savoirs. iiiii) La fonction de critique sociale s'accompagne du risque pour le professeur d'influencer les élèves plutôt que de faire émerger leurs capacités réflexives de résistance à l'endoctrinement. Ces dérives potentielles étant soulignées, nous voyons à la lumière des principes de l'EDD rappelés par Pellaud (2011 *ibid.*) une grande richesse dans sa potentialité à faire évoluer la forme scolaire : vers la mise en liens de savoirs traités de façon disjointe par les disciplines, vers l'authenticité des situations-problèmes d'enseignement-apprentissage, vers la prise en compte des apprenants dans leur identité et leur subjectivité, vers des investigations proactives et la co-construction d'un monde commun par la participation au débat citoyen³⁶ et la mobilisation de savoirs dans l'action.

II.2 Orientations d' (des) éducation(s) scientifique(s)

Au-delà de la réflexion sur la nécessaire formation des élites scientifiques dans « l'Europe de la Connaissance » que la stratégie de Lisbonne appelle de ses vœux³⁷, une préoccupation centrale a émergé dans quasiment tous les pays du monde, celle de la citoyenneté scientifique³⁸ active et éclairée. L'attention portée à la qualité de l'enseignement des sciences fait l'objet d'un développement sans précédent aux plus hauts niveaux politiques dans les instances internationales et se traduit par la mise en œuvre depuis le début du 21^{ème}

³⁵ Disponible sur <http://eduscol.education.fr/pid23362-cid47862/trois-criteres-simples-pour-identifier-une-approche-developpement-durable.html>

³⁶ Tutiaux-Guillon & Considère (2010 *ibid.*) observent cependant que dans les circulaires de 2004 et 2007 les débats sont cités en tant que pratiques scolaires motivantes et non pratiques de démocratie.

³⁷ En mai 2000, le conseil européen se fixait l'objectif à l'horizon 2010 de « *devenir l'économie de la connaissance la plus compétitive et la plus dynamique du monde, capable d'une croissance durable accompagnée d'une amélioration quantitative et qualitative de l'emploi et d'une plus grande cohésion sociale* ». Disponible sur http://europa.eu/abc/12lessons/lesson_8/index_fr.htm

³⁸ La citoyenneté scientifique est la possibilité pour les citoyens non-spécialistes d'intervenir de manière démocratique sur les développements technoscientifiques (Irwin, 1995).

siècle de nouvelles politiques éducatives (Robine, 2009). Les résultats des comparaisons internationales mesurant les acquis des élèves (Programme for International Student Assessment, PISA), la publication de rapports mettant en garde contre un déclin inquiétant des vocations scientifiques dans les pays industrialisés (par exemple OCDE, 2006³⁹), la nécessité de promouvoir une véritable culture scientifique citoyenne qui permette d'affronter les défis de notre époque, suscitent une évolution vers un enseignement des sciences davantage orienté vers les aspects concrets et les implications sociétales des sciences. Les réponses sont quasi-universelles, avec la promotion d'approches par compétences et l'importance accordée aux contextes qui donnent du sens aux contenus, de pédagogies actives (Problem-Based Learning) et de démarches d'investigations (Inquiry-Based Science Educations). A l'opposé d'un système éducatif pénétré de l'idée que la formation scientifique est destinée à ceux-là seuls qui en auront l'usage dans leur métier, se développe une approche dite de la *Scientific Literacy*⁴⁰, expression qu'on peut traduire comme alphabétisation scientifique, mais aussi comme acculturation scientifique pour tous ou encore éducation scientifique citoyenne. La nécessité d'une formation des jeunes aux sciences et aux technologies est reconnue dans notre société depuis la révolution industrielle et le « nouveau plan d'étude » de Fortroul en 1952, mais l'objectif désormais fixé de sa démocratisation est un nouveau regard porté sur la construction du rapport des personnes aux savoirs scientifiques.

II.2.1 Nature des sciences, fonctions de l'enseignement scientifique

Les fonctions sociales de l'enseignement des sciences peuvent être selon Fensham, 1992 (cité par Aikenhaid, 1996) de servir les intérêts politiques par la formation d'élites sélectionnés parmi les étudiants sortant du lot et accédant ainsi à des statuts privilégiés, les intérêts économiques par la formation de futurs professionnels mettant leurs compétences au service des entreprises, les intérêts des universitaires au renouvellement et au maintien de leurs disciplines académiques, les intérêts des élèves à trouver une satisfaction dans une meilleure compréhension de leur monde. Dans les sociétés occidentales dont la culture et les structures sont fortement influencées par les innovations technoscientifiques, mais aussi dans lesquelles les citoyens n'approuvent et n'appuient plus autant qu'auparavant le développement des technosciences (Pestre, 2003), nous pensons que la fonction première de

³⁹ Disponible sur <http://www.oecd.org/science/sci-tech/36645825.pdf>

⁴⁰ Pour exprimer l'objectif visé par l'éducation scientifique, l'expression Public Understanding of Science (PUS) est fréquemment utilisée en Angleterre.

l'éducation scientifique est de préparer les personnes à déterminer leur avenir. Il ne s'agit pas seulement d'une question de savoir, mais avant tout d'une question de pouvoir (Lévy-Leblond, 1992 *ibid.*), d'extension de la démocratie aux choix techniques et scientifiques. Au-delà de la compréhension des contenus et des applications des sciences (génétique et technologies de transferts de gènes, radioactivité et conversion de l'énergie nucléaire, endocrinologie et synthèse de pesticides, etc.), celle de la nature des sciences est nécessaire à l'engagement dans la participation au débat démocratique sur les répercussions des innovations.

Pour Popper (1991), une théorie scientifique est toujours la réponse à un problème et ne manque pas de susciter de nouveaux problèmes, de sorte que la « vérité » scientifique ne peut être définitive : les résultats scientifiques sont soumis à des révisions et des réinterprétations permanentes. Une éducation scientifique qui se contenterait de faire comprendre les contenus des sciences, sans lier les savoirs aux contextes de leurs productions, nierait la nature même des sciences. L'éducation scientifique doit permettre de développer des compétences essentielles comme l'aptitude à reconnaître les affirmations pseudo-scientifiques, à appliquer les savoirs scientifiques à la vie quotidienne (Millar, 1997 ; Reiss, 1997). C'est la raison pour laquelle se sont développées les démarches d'enquêtes qui s'appuient sur des *besoins de savoirs*, et développent les compétences de résolutions de problèmes en s'inspirant des pratiques des chercheurs (Tytler, Duggan, & Gott, 2001) en termes d'élaborations d'hypothèses, de recherches de preuves, d'extractions d'informations, de traitements critiques d'observations, d'argumentations des conclusions. L'enseignement des sciences prépare ainsi à la prise de décision éclairée. Pourtant, Legendre (1994 *ibid.*) observe que les stratégies pédagogiques adoptées par les enseignants de sciences reflètent généralement une vision empirico-inductiviste de la science selon laquelle les modèles scientifiques ou les concepts théoriques se dégagent peu à peu des faits, qui sont eux-mêmes révélés à l'observation sans aucun présupposé. Cette approche minimise le rôle des théories dans l'élaboration progressive des modèles et donne à l'observation un statut illusoire en masquant son caractère social. Les théories et modèles scientifiques ne sont pas découverts, mais construits ; leur intérêt réside précisément dans les possibilités d'actions qu'ils suggèrent et les expériences nouvelles qu'ils suscitent (Fourez, 1992). Le savoir scientifique est ce qui est discuté, ce qui fait problème dans une communauté internationale de chercheurs (Tozzi, 2004). La nature des savoirs scientifiques étant d'être soumis à la controverse avant d'être stabilisés par un processus collégial d'analyse critique des argumentations, Kolstø (2006, *ibid.*) insiste sur l'importance d'une éducation scientifique éclairant ce processus et

distinguant les savoirs stabilisés de ceux en cours de construction. C'est bien parce que la pratique sociale de référence d'élaboration du savoir scientifique est l'argumentation que les débats font l'objet de nombreuses recherches en éducation scientifique (Joshua & Dupin, 1989 ; Orange, 1998 ; Reynaud & Favre, 1999 ; Simonneaux, 2000 ; Erduran, Simon, & Osborne, 2004 ; Lhoste, 2005 ; Erduran & Jimenez-Aleixandre, 2008 ; Buty & Plantin, 2009).

II.2.2 Scientific literacy, démocratisation des sciences

L'*Organisation for Economic Cooperation and Development* donnait de la *scientific literacy* en (OECD, 1998) la définition suivante : « *The capacity to use scientific knowledge, to identify questions and to draw evidence-based conclusions in order to understand and help make decisions about the natural world and the changes made to it through human activity.* ». Nous verrons que cette définition a été précisée en 2006. Holbrook & Rannikmae (2009) en observent (p 278) pourtant deux interprétations divergentes. L'orientation qui donne un rôle central aux contenus scientifiques est privilégiée par les enseignants de sciences, pour lesquels la compréhension de concepts scientifiques fondamentaux est première dans l'alphabétisation scientifique. L'autre manière d'appréhender la *scientific literacy* intègre une vision à plus long terme, en mettant l'accent sur les contextes de mobilisation des compétences scientifiques et la nécessité de préparer les citoyens à s'adapter à un monde en évolution rapide. Dans cette divergence d'interprétations s'exprime la bipolarité entre la science de laboratoire et la science de terrain soulignée par Stengers (1993) et Callon, Lascoumes & Barthes (2001 *ibid.*), entre la vision de l'expertise mandatée et celle de l'expertise citoyenne (Brunet, 2006 *ibid.*), entre les deux visions décrites par Roberts (Roberts, 2007). En termes d'orientations, la *Vision I* est tournée vers les productions et démarches des scientifiques et fait de leur maîtrise l'objectif de l'éducation scientifique, tandis que la *Vision II* considère d'abord les situations dans lesquelles les citoyens sont amenés à utiliser ces productions et démarches, et se donne comme objectif la pertinence de leur mobilisation en contexte. La *scientific literacy* peut donc être entendue au sens faible comme l'acquisition d'un ensemble de savoirs de base, et au sens fort comme l'appropriation de savoirs, savoirs faire et savoirs être émancipateurs. L'enseignement des sciences est-il une fin en soi, ou un moyen ?

C'est bien le sens fort, le lien entre la compréhension des démarches et concepts scientifiques d'une part, l'épanouissement de la personne et la préparation à l'exercice de la responsabilité citoyenne d'autre part, qui a été souligné dès les années 1950 par les scientifiques œuvrant pour l'intégration de l'enseignement des sciences aux parcours scolaires (De Boer, 2000), à une époque où l'enseignement des sciences n'avait pas le prestige des

humanités. Mais bien que l'expression *scientific literacy* date de cette époque (Oliver, Jackson, Chun, & Kemp, 2001), une définition suffisamment claire pour être généralisée et retenue n'avait pas encore été énoncée en 1997 (Bybee, 1997, p 63). Ainsi, Shamos (1995) retient-il le sens faible : il ne voit pas dans l'enseignement des sciences pour tous un but de formation à une citoyenneté critique, mais simplement celui d'une formation à la capacité à se référer de manière pertinente aux experts spécialistes des champs concernés. Bybee suggère d'évaluer une progression dans quatre niveaux de *scientific literacy* : la capacité à reconnaître les termes scientifiques, la capacité à utiliser le vocabulaire scientifique et technologique dans des exercices décontextualisés, la compréhension des concepts scientifiques et de leurs relations permettant de les utiliser en situation, la compréhension de la nature des sciences et du rôle des technosciences dans les sociétés. Dans une perspective englobante et au sens fort, Gräber, Erdmann, & Schlieker (2001) décrivent la *scientific literacy* comme un assemblage de compétences épistémologiques et psycho-sociales permettant l'utilisation sociale des connaissances scientifiques.

Mais viser l'objectif de préparer adéquatement les élèves, apprentis-citoyens, de manière à ce qu'ils puissent comprendre les enjeux de leur société et jouer un rôle actif entraîne une remise en question des *curricula*. Le cloisonnement disciplinaire s'accompagne d'une perte de sens (Fourez, 1998) ; Östman (1998) observe effectivement qu'avec des enseignements monodisciplinaires de sciences, les élèves ne développent que peu la capacité de transférer les connaissances scientifiques apprises à des situations nouvelles ou à leur quotidien.

Actuellement, l'objectif affiché⁴¹ de PISA n'est pas d'évaluer uniquement les notions acquises mais surtout la capacité à réfléchir sur la base de ses propres connaissances et expériences, et la capacité d'appliquer ces connaissances aux problèmes et aux tâches de la vie quotidienne. Dans le domaine des sciences, l'OECD a en effet en 2006 complété la définition de 1998 : « *An individual's scientific knowledge and use of that knowledge to identify questions, to acquire new knowledge, to explain scientific phenomena, and to draw evidence-based conclusions about science-related issues, understanding of the characteristic features of science as a form of human knowledge and enquiry, awareness of how science and technology shape our material, intellectual, and cultural environments, and willingness to engage in science-related issues, and with the ideas of science, as a reflective citizen.* » Le but de l'éducation scientifique est explicitement ici l'acquisition d'un ensemble d'habiletés dont

⁴¹ Disponible sur <http://pisa.educa.ch/fr/comp%C3%A9tences-%C3%A9tudi%C3%A9-0>

le champ d'action est élargi à la réalité sociale et à la responsabilité citoyenne, au-delà de l'acquisition de connaissances par et pour la résolution de problèmes strictement scientifiques. La complexité à penser les *curricula* de cette scientific literacy réside dans la diversité des savoirs à mobiliser (Tiberghien, 2007) pour articuler les visions I et II de Roberts (2007 *ibid.*).

Savoir délimiter les domaines où la science peut intervenir ou non est ainsi une compétence à développer (Tiberghien, 2009), objectif impliquant que l'enseignement aborde des questions sociales dont une partie ne fait pas intervenir les sciences. Ainsi, l'évolution des visées de la scientific literacy rejoint-elle l'orientation choisie par les précurseurs du courant Sciences-Technologies-Sociétés (STS) de l'éducation scientifique. Miller (1983), un des pionniers de ce courant, appréhende la scientific literacy comme un concept multidimensionnel dont il relève trois aspects : la compréhension des normes et méthodes des sciences (la nature des sciences), la compréhension des termes et concepts scientifiques clés (les contenus de la science) et la compréhension de l'impact de la science et de la technologie sur la société. Pour Aikenhead (1996 *ibid.*), l'approche STS apporte une réponse à la question pragmatique de l'intérêt de la scientific literacy: « *I propose a cross-cultural STS science and technology curriculum for Western students as a concrete resolution to Fensham's (1992) critical issue « Whose interests are served by compelling a student to construct a scientific concept irrelevant to, or interfering with, his or her life-world? »* (p 39).

Avec Gallagher (1971), Solomon & Aikenhead (1994), l'introduction de la réalité sociale dans les apprentissages scientifiques a été première. Contrastant avec l'approche scolaire traditionnelle des sciences sous l'angle de problèmes et questions scientifiques présentées comme universelles, le courant STS privilégie les liens avec le regard que les élèves portent sur leur monde quotidien et le sens qu'ils donnent à leur univers naturel, technologique et social. Solomon (1983) propose une approche constructiviste des apprentissages scientifiques intégrant le contexte social et les savoirs de la vie quotidienne des élèves dans laquelle on reconnaît la philosophie de Dewey (1902, 1959), en les conduisant à négocier au sein de la classe la signification des connaissances scientifiques qu'ils construisent. Dans la même orientation, Hodson (2003 *ibid.*) puis Kolstø (2005) soulignent la nécessité d'apprécier les interconnexions et l'inséparabilité des sciences et de la société, la nature des sciences étant aussi d'interagir avec d'autres domaines tels que l'économie et la politique environnementale, en n'apportant pas de réponses définitives, mais des méthodes d'exploration du réel. Bien que Bingle & Gaskell (1994) aient reproché à l'orientation STS de mettre davantage l'accent sur ce que Latour (1989 *ibid.*) appelle «la science toute faite» plutôt

que «la science en train de se faire», les courants STS et STSE (où E désigne l'Environnement) peuvent être rapprochés de l'ERE à visée de critique sociale. Dans la mesure où on crée dans l'école un espace de rationalité critique dans lequel sont confrontés idées et arguments, on constitue un lieu où il s'avère possible d'analyser de manière critique le discours de la rationalité instrumentale (López-Facal, 2002 cité par Jimenez-Aleixandre, 2006).

II.2.3 Perspectives éducatives de la scolarisation de controverses socioscientifiques

Devant la multiplication des questions de société qui soumettent « *l'école à l'épreuve de l'actualité* » (Legardez & Simonneaux, 2006), s'emparer des controverses et les exploiter en classe marque une rupture avec la tradition de neutralité de l'école républicaine qui met à distance les thématiques sensibles. Plutôt qu'une neutralisation des objets d'enseignement, il s'agit au contraire d'une mise en tension des savoirs enseignés avec les questionnements sur les risques, les choix de pratiques et les conflits de valeurs qui animent la société. C'est ainsi que sont abordées des problématiques autour de la transgénèse et du clonage, des dangers des antennes relais de la téléphonie mobile, des marées noires etc. qui refondent le sens des apprentissages scolaires dans une perspective d'éducation scientifique citoyenne. Considérer l'éducation à la citoyenneté comme un objectif de l'enseignement des sciences est une idée plus ou moins partagée, mais en faire son but premier implique une profonde remise en question des pratiques. Si l'objectif est de préparer les élèves à participer aux débats et aux prises de décisions sur les questions de société liées aux implications des technosciences, il faut penser des situations d'enseignement-apprentissage qui les confrontent effectivement à de telles questions et les outillent pour le traitement de leur complexité inhérente ; elles font les objets des *Socio-Scientific Issues* (SSI). SSI « *are controversial social issues with conceptual and/or procedural links to science* » (Sadler, 2011, p. 4). Elles sont également souvent controversées dans le domaine scientifique, s'inscrivant dans les *disputed frontier science (or science-in-the-making)* selon les expressions de Latour reprise par Hodson. Considérant le courant STS(E) comme le contexte de l'éducation scientifique qui éclaire l'impact sociétal des décisions prises en matière de technosciences, l'approche des SSI l'enrichit par la prise en compte des dimensions éthiques de ces décisions et du développement du jugement moral des élèves (Zeidler, Sadler, Simmons, & Howes, 2005). Dans une modélisation théorique visant à apporter une vue fonctionnelle de l'introduction de l'éducation scientifique dans les *curricula*, quatre entrées sont identifiées par ces auteurs : « *This framework should be viewed as a tentative conceptual model that identifies four areas*

of pedagogical importance central to the teaching of SSI: (1) nature of science issues, (2) classroom discourse issues, (3) cultural issues, and (4) case-based issues. » (Zeidler & al., 2005 p361). Il s'agit d'identifier les conceptions de la nature des sciences qui influencent la manière dont les élèves sélectionnent et évaluent les résultats scientifiques, d'analyser la place des croyances et des émotions dans la construction des raisonnements *via* la confrontation d'arguments en classe, d'éclairer l'importance des normes sociales et des valeurs culturelles dans leur perception de la réalité, d'examiner leur engagement dans des dilemmes éthiques prenant en compte la diversité des discours ainsi que les rapports de force et d'autorité dans l'entreprise scientifique. Cinq ans plus tard, Chang Rundgren & Rundgren (2010) dressent une liste des transformations liées à l'introduction des SSI dans l'éducation scientifique, dans laquelle l'importance accordée à la communication scientifique et aux croisements disciplinaires est relevée. Ils soulignent également l'importance du transfert des connaissances et compétences dans des contextes authentiques et le rôle attribué aux processus de prise de décision et à la pensée critique.

Dans l'espace francophone, sous l'impulsion de Legardez et Simonneaux (2006 *ibid.*), l'expression *Questions Socialement Vives* (QSV, traduite en anglais par *Socially Acute Questions SAQ*) est utilisée pour décrire les questions complexes et ouvertes qui mettent en évidence les incertitudes liées aux SSI et dont la vivacité est amplifiée par les crises environnementales et sanitaires. Une QSV est vive « *dans les savoirs de référence [car] il existe des controverses entre spécialistes des champs disciplinaires ou entre experts des champs professionnels* ». Elle est également « *vive dans la société : une telle question interpelle les pratiques sociales des acteurs scolaires (dans et hors de l'institution) et renvoie à leurs représentations sociales et à leur système de valeurs* » (Legardez, 2006 p 21,22) . Les identités (liées au sexe, à la culture, à la profession etc.) de ceux qui en débattent influencent leurs perceptions des contextes. Avec leur scolarisation, l'accent est mis sur le caractère polémique de ces controverses et sur leur potentiel pour générer des débats en classe. L'évaluation des risques, des incertitudes et des preuves dans la construction d'expertises est mise au cœur du processus d'enseignement-apprentissage. Simonneaux (2006) précise que cet enseignement permet de mettre les sciences et les techniques en contexte, aussi bien dans une perspective historique (genèse des découvertes) que dans une perspective épistémologique (objet de la science, méthode, nature de l'activité scientifique) et sociale (métiers scientifiques, relations entre science et développement économique, implications environnementales). Il développe la culture du doute, conduit à délimiter des domaines de

validité, encourage le scepticisme vis-à-vis du dogmatisme. Cette approche met en perspective la multiplicité des formes de savoirs mobilisés dans l'activité scientifique. Elle crée les conditions permettant aux élèves de s'initier à la politique des technosciences, afin qu'ils se sentent concernés et participent éventuellement de plain-pied à son orientation, notamment en s'engageant dans les débats (Larochelle & Désautels, 2006). La confrontation d'arguments permet d'aborder les interrogations sociales et idéologiques sans apporter *une* réponse unique mais au contraire en confrontant les différents choix possibles aux valeurs de chacun des citoyens, donc aux choix de société. Il s'agit d'émanciper les élèves, de les rendre capables de comprendre et de critiquer les savoirs pour éclairer les options possibles des situations complexes qui modèlent leur monde actuel et déterminent leur monde futur. Alors qu'Urgelli (2009) constate chez les enseignants français la même tendance à éviter les controverses sur les conditions et les limites des expertises de ces QSV que celle pointée par Hodson (2009) dans le monde anglo-saxon, c'est un réchauffement des SSI que l'approche des QSV propose, permettant une prise de distance vis-à-vis de leur médiatisation. « [...] *temporairement au moins, il s'agit d'accroître la confusion en donnant plus d'informations éventuellement contradictoires, en compliquant les choses par des changements de perspectives et d'échelle, en incitant les élèves à explorer des interprétations différentes et divergentes, et à situer ces interprétations dans leur contexte socio-historique ou sociopolitique ; en guidant la réflexion sur les implicites de la controverse voire sur la manipulation des arguments.* » (Tutiaux-Guillon, 2006 p 132).

II.3 Contributions des ERE et éducations scientifiques à la participation démocratique

Gardner & Stern (2002, p 258 citées par Chawlaa & Flanders-Cushing, 2007) rappellent que la consommation d'énergie et de ressources environnementales par les individus dans les pays occidentaux ne représente qu'un tiers de l'ensemble, le reste étant consommé par les entreprises et les grandes institutions, la même disproportion étant observée à propos des sources de pollutions et de déchets. Ainsi, même si les actions privées en matière de gestion environnementale sont essentielles, les actions collectives le sont bien davantage. D'où l'importance de travailler en matière d'éducation la notion de bien commun afin d'articuler la sphère publique et la sphère privée, de décrypter le fonctionnement des institutions et de montrer que les citoyens peuvent jouer un rôle politique actif. C'est le sens de la présentation de l'agenda 21 par Brundtland, qui déclarait en 1993 que les objectifs de Rio ne pourront être tenus que si les citoyens savent inspirer leurs gouvernements et exercer des pressions sur eux. C'est également le sens que nous voyons à l'introduction des QSVE

dans l'EDD. Morin (1999) rappelle que la démocratie permet la relation complexe entre individus et sociétés en se fondant sur le contrôle de l'appareil du pouvoir par les contrôlés. « *La démocratie est plus qu'un régime politique ; c'est la régénération continue d'une boucle complexe et rétroactive : les citoyens produisent la démocratie qui produit les citoyens* » (p 60). L'environnement est aussi le produit de boucles complexes et rétroactives, les interactions dynamiques entre les sociétés humaines et leur milieu biophysique. La perspective de régulation, c'est-à-dire la recherche d'un équilibre dynamique des socio-écosystèmes tenant compte de paramètres multiples intégrés dans des contextes particuliers, implique alors une éducation de la relation à l'environnement qui développe la capacité à s'impliquer activement dans la mise en place des projets de société. Dans ce paragraphe, nous verrons que selon l'orientation d'ERE et d'éducation scientifique choisie, la dimension politique associée (ou pas) à ces éducations peut intégrer la formation à la participation démocratique et aller jusqu'à encourager l'activisme, ou au contraire dépolitiser les discours.

Laurence Simonneaux (2006 *ibid.*) observe que les enseignants sont souvent mal à l'aise pour traiter les QSV en classe car ils ne peuvent pas compter uniquement sur l'utilisation de faits scientifiques et redoutent de ne pas savoir gérer les réactions des élèves. Ils se positionnent en fonction du degré de vivacité de ces questions et du niveau de « risque à enseigner » qu'ils peuvent supporter, certains choisissant de ne pas les enseigner ou de les neutraliser (« pour les refroidir ») tandis que d'autres vont décider de les activer (« pour les réchauffer »). Levinson (2010) montre que ces positionnements sont couplés avec les rôles attribués aux savoirs scientifiques dans les pratiques d'enseignement des sciences et d'ERE. Il propose une typologie que nous utiliserons pour structurer ce paragraphe, à laquelle les analyses de Simonneaux, pour qui « *l'enseignement des valeurs fait la valeur de l'enseignement* » (Simonneaux J. , 2008) permettent d'associer les valeurs des pratiques éducatives.

II.3.1 Neutralité et apesanteur sociale de l'enseignement scientifique « hors-sol »

L'enseignement des sciences peut être basé sur les seules valeurs épistémiques (Kolstø 2005, *ibid.*) de la science normale : l'universalité, la neutralité, la prédictibilité. Dans la catégorie d'éducation scientifique que Levinson (2010, *ibid.*) nomme *deficit framework*, les savoirs enseignés sont ceux produits par la science et délivrés aux enseignants, qui les délivrent à leur tour aux élèves. Wynne (1991) souligne la tension fondamentale entre les bases de la culture scientifique fondée sur le contrôle des facteurs permettant la production des savoirs, et l'ordinaire de la vie sociale dans laquelle l'incertitude et l'adaptation à des

facteurs incontrôlés est une routine⁴². D'un point de vue épistémologique, la contribution des sciences empirico-analytiques à la compréhension et la résolution des problématiques socio-écologiques qui émergent de l'interaction humaine avec l'environnement ne peut qu'être partielle et incomplète. Pourtant, nombre de processus de décision publique mis en œuvre consistent à consulter les citoyens après que ceux-ci aient été informés par des experts mandatés à cet effet. Irwin (2001) nomme *deficit model* le présupposé selon lequel les résistances sociales aux innovations seraient liées à l'ignorance du public par rapport à la science. Dans le *deficit framework*, la possibilité de s'engager dans les controverses est estimée contrainte par l'accès aux savoirs techniques, ce qui dispense l'éducation scientifique de se préoccuper de l'éducation démocratique.

Avec le *Deliberative framework*, les démarches de résolution de problèmes sont privilégiées dans l'éducation scientifique, les élèves sont engagés dans des investigations permettant la construction de concepts scientifiques par le dépassement d'obstacles épistémologiques, la nature des sciences est éclairée par la pratique de délibérations entre eux, les savoirs scientifiques ne sont pas présentés comme des certitudes mais comme les produits de controverses, l'accent est mis sur l'esprit critique et l'acquisition de démarches scientifiques. Le *deliberative framework* mise sur la formation à l'esprit critique puisque la place des négociations et du travail collectif y est importante dans l'apprentissage des sciences biophysiques et des technologies, mais sans que les enjeux sociétaux soient mis en débat.

II.3.2 Des éducations aux technosciences et à l'environnement en contextes authentiques

Pour Tytler (2012), l'éducation scientifique doit être conçue de manière à engager les élèves dans une science à la fois pertinente et utile pour eux en tant que futurs citoyens. Parce que le discours de la science est souvent utilisé comme caution dans les décisions relatives aux QSV, l'éducation scientifique peut aborder la question du rapport de la science au pouvoir politique en montrant que les savoirs scientifiques peuvent être émergents et questionnés par les non-spécialistes aussi.

Une manière d'aller dans ce sens est d'associer les non-spécialistes aux productions de savoirs. Girault, Quertier, Fortin- Debart, & Maris (2008) décrivent (p 18) par exemple des projets québécois de suivi de biodiversité au cours desquels les classes participent au travail d'observation de populations d'espèces. En France le programme STOC (Suivi Temporel des

⁴² "ordinary social life, which often takes contingency and uncertainty as normal and adaptation to uncontrolled factors as a routine necessity, is in fundamental tension with the basic culture of science which is premised on assumptions of manipulability and control." Wynne, 1991 p 120.

Oiseaux Communs)⁴³ est un autre exemple de science participative. La participation des élèves et des citoyens à la construction des savoirs n'est pas seulement symbolique, elle a une portée émancipatrice. Cette participation permet de ne pas présenter la science et la technologie comme étant l'affaire des seuls experts.

L'apprentissage des sciences peut ne pas être limité aux seuls savoirs stabilisés. La troisième catégorie de la typologie de Levinson est nommée *Science education as praxis*. Les savoirs scientifiques enseignés ne sont pas uniquement ceux qui font consensus et les savoirs abordés ne sont pas uniquement les savoirs scientifiques. Ce sont alors des valeurs sociales qui sont mobilisées en lien avec les sciences, celles que Longino (1997 citée par Simonneaux, 2011c) nomme les *vertus* des sciences, telles que l'applicabilité aux besoins humains et la diffusion du pouvoir pour favoriser les prises de décisions. Bader (2011) rappelle que l'importance d'une éducation à l'interdisciplinarité permettant la prise en compte des dimensions sociale, politique, économique et scientifique dans l'analyse des questions environnementales était déjà soulignée par l'UNESCO dans la déclaration de Tbilissi en 1977. La liaison entre ERE et apprentissages scientifiques peut être pensée comme la convocation des expertises disciplinaires pour apporter les informations que les apprenants jugent pertinentes d'avoir, sans donner aux sciences biophysiques le monopole du savoir pertinent. Elle peut par exemple s'appuyer sur le concept d'*îlots de rationalité* (Fourez, 1997) qui permet de penser les approches disciplinaires dans une perspective trans-disciplinaire (Bader & Therriault, 2008).

Considérer l'environnement comme une construction sociale conduit à une conception socialisée des sciences. Richard & Bader (2009) rappellent les principes de la théorie de l'acteur-réseau de Latour (2005), principes qui pourraient permettre dans l'enseignement des sciences d'éclairer la nature sociale de la construction des savoirs scientifiques. Les faits scientifiques sont sujets à controverses et ces controverses découlent de la complexité des phénomènes, la clôture des controverses donc la stabilisation des savoirs scientifiques est réalisée par diverses assemblées et institutions qu'il convient d'identifier, ainsi que doivent être identifiés les facteurs permettant au cours du processus de passer d'une multiplicité de positions à une position plus consensuelle. Les investigations critiques sur les problèmes environnementaux peuvent ainsi être mises en relation dialectique avec le développement d'un agir collectif, les questions d'identité et les relations de pouvoir.

⁴³ Disponible sur <http://vigienature.mnhn.fr/page/le-suivi-temporel-des-oiseaux-communs-stoc>

II.3.3 Portée politique d'une éducation à l'engagement citoyen

Le quatrième type d'éducation scientifique et démocratique de Levinson est nommé *dissent and conflict*. Les savoirs y sont abordés dans leurs contextes sociopolitiques d'émergence, les valeurs éthiques telles que la justice sociale ou le respect de la vie sous toutes ses formes sont prises en compte dans le traitement des controverses. La compréhension des jeux politiques et l'engagement dans l'action sont mis en avant. L'intégration de l'ERE aux cours de sciences peut ainsi amener les élèves à influencer les politiques publiques dans la mesure où leur compréhension des problématiques environnementales locales ou globales est de nature à favoriser leur participation aux débats sociaux, et donc à influencer les politiques publiques (Charland & al. 2009 *ibid.* p 73). Pourtant, lorsque Bader (2011 *ibid.*) analyse les fiches pédagogiques du projet autour de l'exposition de photographies aériennes de Yann Arthus Bertrand, projet présenté par le ministère de l'Education Nationale français comme un exemple d'EDD, elle constate que « rien dans ce qui a été présenté ne fait référence à un développement qui se préoccuperait de justice sociale, rien non plus ne nous rappelle des préoccupations éducatives soucieuses d'émancipation et d'engagement des élèves dans l'action, vers certaines transformations sociales » (p 246). La préconisation ministérielle d'une telle EDD dépolitisée est en contraste avec les perceptions des enseignants. Dans l'enquête que Pommier et Boyer ont mené en 2005 sur la généralisation de l'EEDD vue par une cinquantaine d'enseignants de collège et de lycée français dans quatre disciplines (SVT, sciences physiques, histoire-géographie, sciences économiques et sociales), il apparaît que les professeurs interrogés ne situent pas les finalités de l'EEDD dans les seuls registres cognitifs et méthodologiques, l'inculcation de comportements et la promotion de valeurs y prennent une place sujette à discussion (Pommier & Boyer, 2005, p. 57).

Au-delà du cas français, et à propos de la dimension sociopolitique de l'éducation à ces problématiques environnementales, Hodson (2009 *ibid.*) est tout à fait clair : « *One of the absurdities of some current science curriculum initiatives is that they utilize elements of the history, philosophy and sociology of science to show how scientific inquiry and scientific practice are influenced by the prevailing sociocultural and economic context but do not use this understanding to politicize students.* » (p 4). Tissant les liens entre des courants d'éducatrices scientifiques et à l'environnement et les rationalités habermassiennes, il voit s'exprimer la rationalité technique dans l'enseignement des sciences sans leur dimension sociale, et la rationalité herméneutique dans la mise en évidence par les STS(E) des questions

sociétales. La rationalité critique, elle, conduit à imaginer une éducation politique associée à l'éducation scientifique (Hodson, 1994, 2003 *ibid.*, 2009 *ibid.*, 2010). Hodson décrit quatre niveaux de sophistication des approches. Le premier est l'appréciation de l'impact sociétal des évolutions scientifiques et technologiques et la reconnaissance de l'effet substantiel des orientations culturelles sur ces évolutions, objectif visé par le courant STS en tant que forme avancée de la *scientific literacy* décrite par Miller (1983 *ibid.*). La dimension politique apparaît à partir du deuxième niveau décrit par Hodson : il s'agit de la reconnaissance de la poursuite d'intérêts particuliers au bénéfice de quelques-uns (en général dans les pays occidentaux) et au détriment d'autres (dans les pays en voie de développement) dans les prises de décisions à propos des technosciences. À un troisième niveau, le but fixé est la construction par les personnes de leurs propres positionnements vis-à-vis des valeurs en jeu dans les situations où les innovations technoscientifiques impactent les environnements. Le quatrième niveau est celui de l'engagement dans l'action sur les QSVE. C'est celui de l'activisme de Bencze (Bencze, Sperling, & Carter, 2012) qui promeut l'implication des élèves le plus tôt possible dans l'élaboration et la réalisation de projets d'actions à propos des QSV. Il s'agit de leur faire par exemple réaliser des posters sur l'impact climatique de l'utilisation des énergies fossiles ET prendre en charge une pétition qui encourage les personnes venant à l'école (élèves, professeurs, partenaires, parents etc.) à réduire leur consommation de carburant, ou animer des forums et réaliser des vidéos militantes mises en ligne⁴⁴. La pédagogie de projet est une pratique courante en ERE ou EDD, mais sans toujours viser un niveau d'engagement fort dans l'action sociale et collective. Pour Bencze & Carter (2012), l'engagement dans des collectifs militants est à la fois une fin éducative et un moyen éducatif, car « *Limiting students to personal decision-making on such potential problems seems to align well with neoliberalism — with its focus on individualism.* » (p 9). Cette approche trouve un ancrage fort dans la sociologie avec la théorie de l'acteur-réseau de Latour (2005 *ibid.*) : la société est un collectif d'humains et non-humains en interactions ; tous les *actants* (c'est-à-dire les acteurs – les personnes et les groupes humains-, mais aussi leurs productions telles que les posters et la pétition dans l'exemple choisi par Benzce, Sperling & Carter) interagissent entre eux dans le réseau qu'ils constituent. Chaque changement dans le réseau étant susceptible d'affecter tous les actants, chacun des actants peut être considéré comme le produit provisoire des influences qu'exercent sur lui à différents degrés l'ensemble du réseau. L'éducation selon le modèle STEPWISE (Science and Technology Education

⁴⁴ www.stepwiser.ca/

Promoting Wellbeing for Individuals, Societies and Environment) est l'éducation par et pour l'action qui intègre les personnes dans le réseau et les rend à la fois acteurs et produits de leurs actions.

Bilan du chapitre 2

Ce deuxième chapitre a présenté notre lecture des relations entre éducations à l'environnement, aux enjeux des technosciences, à la participation démocratique. Elle nous permet de préciser notre positionnement vis-à-vis de l'EDD et de la *stratégie jeunesse 2010-2018*⁴⁵ de l'Europe, qui déclare la promotion de la *citoyenneté active* comme un de ses principaux objectifs.

Depuis l'époque grecque où le citoyen était celui qui jouissait de droits civils et politiques, vers le sens actuel mettant l'accent sur la responsabilité, la notion de citoyenneté a évolué. D'après l'ONU (2007), elle est la « *nécessité pour l'individu d'avoir des gestes et des comportements tant responsables par rapport à son lieu de vie qu'à l'égard de ses semblables.* » (définition citée par Legardez, 2011, p 165). Mais cette responsabilité peut-elle être définie, si ce n'est par les citoyens dans leur manière d'exercer leur pouvoir démocratique ? Il nous paraît essentiel que l'éducation du 21^{ème} siècle questionne la réduction de la politique à la technique, du développement économique à la croissance, du concept d'environnement à celui de nature, de l'enseignement des sciences à celui de leurs résultats. Ces réductions affaiblissent le civisme et encouragent l'individualisme post-moderne.

Les enjeux éducatifs contemporains sont d'intégrer la prise en compte des incertitudes dans les contenus éducatifs, de former des citoyens émancipés capables de porter un regard critique sur les innovations, de s'investir de manière raisonnée dans les processus démocratiques. Parce que savoir ne pas déléguer à d'autres la gestion des problèmes est ce qui distingue la majorité de la minorité (Fabre, 2011 *ibid.*), est mineur celui qui adopte les solutions trouvées par les experts, et est majeur celui qui les invente et les assume.

Former des experts, l'enseignement des sciences hérité du positivisme moderne le réalise déjà très bien. Il a largement démontré à l'échelle planétaire à la fois sa capacité à former des spécialistes et à sélectionner les élites sur la base de leurs performances scolaires. À notre sens la visée de l'éducation n'est pas là, elle est de donner aux citoyens le pouvoir de déterminer leur avenir. Face aux incertitudes des implications des technosciences et parce que nous pensons la perspective de durabilité comme la prise en charge par chaque individu de la responsabilité collective vis-à-vis des biens communs, l'éducation post-normale doit *a minima* permettre la formation à l'expertise citoyenne des QSVE.

⁴⁵ Disponible sur http://ec.europa.eu/youth/pdf/doc1648_en.pdf

Partie 2 : Les Raisonnements SocioScientifiques dans la perspective de Durabilité, produits et processus collectifs

« La proposition de durabilité semble l'expression de la sagesse la plus élémentaire. Faire intervenir activement la question du long terme dans une décision, tenter d'en imaginer les conséquences, se donner les moyens de les rendre discutables et repérables pour pouvoir prendre en compte leur éventuelle non-conformité par rapport aux anticipations qui ont justifié la décision, tout cela porte un nom : cela s'appelle penser. »

(Stengers, 2001, p. 6)

Chapitre III : Caractérisation de Raisonnements SocioScientifiques dans la perspective de Durabilité

Le mot *raisonnement* désigne à la fois une action et le produit d'une action. Un raisonnement est d'abord un processus qui se déroule dans la conscience des sujets. Activité mentale intentionnelle de traitement d'informations dans le but d'en tirer des conclusions, il exige la production d'inférences à partir d'observations, de faits, d'hypothèses. Une inférence est l'opération par laquelle est acceptée une proposition dont la vérité n'est pas admise directement, mais en vertu de sa liaison avec d'autres propositions. Du point de vue de la logique formelle, la relation qui justifie l'inférence est celle par laquelle une certaine proposition, la conséquence, s'ensuit logiquement de certaines autres qui jouent par rapport à elles le rôle de prémisses. Le passage de ces prémisses vers le jugement est une création intra-subjective. Mais cette opération créative est inséparable du langage pour se préciser et se communiquer : on raisonne quand on délibère pour prendre une décision, soit en son for intérieur, soit dans une assemblée. Lorsqu'il s'extériorise dans le langage (parlé ou à travers l'écriture) le raisonnement devient un objet, moyen de preuve ou de justification, pouvant être soumis à l'analyse. Un raisonnement est donc aussi un discours, qui se construit dans la rencontre des subjectivités, dont la pertinence, la validité et le niveau de complexité peuvent être appréciés ; dans ce chapitre, nous proposerons une caractérisation des RSSD.

III.1 Des raisonnements informels, processus et produits de l'expertise des QSVE

III.1.1 Des opinions raisonnées et argumentées

La logique formelle employée seule se révèle inadéquate dans le cas des controverses socioscientifiques telles que les QSVE, car les interlocuteurs ne s'entendent pas forcément sur les prémisses, car l'information disponible est presque toujours incomplète, car aucune solution ne s'impose. Les SSI sont des problèmes mal structurés sans solutions claires occasionnant des dilemmes éthiques (Zeidler, Walker, Ackett, & Simmons, 2002). Elles impliquent généralement des aspects à la pointe de la recherche scientifique (Kolstø S. D., 2001a), mais sont aussi influencées par des facteurs sociaux tels que les préoccupations économiques, politiques, juridiques ou religieuses (Barab, Sadler, Heiselt, Hickey, & Zuiker, 2007). Le traitement des QSVE relève ainsi bien davantage du raisonnement informel que du raisonnement formel⁴⁶.

⁴⁶ Par opposition aux raisonnements formels les raisonnements informels n'offrent pas les possibilités d'application de la logique déductive dans laquelle les conclusions sont évidentes (Evans, 2002)

Nous ne limiterons pas notre analyse à l'exactitude des énoncés, considérant que lorsqu'un raisonnement atteint un certain degré de complexité, il importe de percevoir comment ses divers éléments s'agencent et convergent, ce qui fait l'unité et la cohérence de l'argumentation dialectique. Nous entendons ainsi par raisonnement informel, avec Sadler & Zeidler (2004), le processus par lequel les individus tentent de résoudre des SSIs par la négociation. Zohar & Nemet (2002) décrivent de telles constructions: « [...] *informal reasoning is the reasoning applied outside the formal contexts of mathematics and symbolic logic. It involves reasoning about causes and consequences and about advantages and disadvantages, or pros and cons, of particular propositions or decision alternatives. It underlies attitudes and opinions, involves ill-structured problems that have no definite solution, and often involves inductive (rather than deductive) reasoning problems.* » (2002, p. 38).

C'est ainsi dans le prolongement des travaux de Zohar et Nemet que nous situons notre travail sur les raisonnements informels à propos des QSVE. Ces auteures se focalisent sur l'analyse de l'apprentissage lorsque l'enseignement du raisonnement argumentatif est associé à l'enseignement de contenus scientifiques. Le programme de recherche (*Thinking in science classroom*) dans lequel s'inscrit leur étude publiée en 2002 est en rupture avec une conception séquentielle de l'apprentissage selon laquelle le travail sur des raisonnements complexes nécessite comme prérequis la maîtrise de connaissances et de modes de raisonnements de base. En amenant des élèves à construire des arguments dans le cadre de la mise en débat d'une question controversée (les implications sociétales des connaissances en génétique humaine) mais aussi en leur donnant l'opportunité de s'engager dans des discussions sur ce que constitue un *bon argument*, elles observent à la fois une augmentation de la maîtrise des connaissances biologiques se rapportant à la question traitée, une meilleure mobilisation de ces connaissances scientifiques spécifiques dans les raisonnements construits (des conclusions supportées par des justifications plus diverses), et elles constatent de plus que les élèves concernés se révèlent capables de transférer les habiletés de raisonnement développées dans le contexte de la génétique à des contextes différents.

Nous considérerons les argumentations comme l'expression verbale des raisonnements informels mobilisant des savoirs et des opinions. Parce qu'elles renvoient à des savoirs en construction et non stabilisés, parce que des explications concurrentes sont proposées et discutées, les controverses socioscientifiques interrogent en effet la notion de référence. Le raisonnement en tant qu'opération discursive se distingue de l'opinion, saisie immédiate d'un

objet de pensée. Pour autant, la distinction entre opinion et raison n'est pas figée. Pour Cariou, les opinions sont à reconnaître, en tant que tremplins vers le savoir, « *pour bâtir sur elles tout en ébranlant leurs fondements* » (Cariou, 2010). Dans leur recherche d'indicateurs opératoires d'analyse des niveaux de discours d'élèves vivant des moments « d'éducation à... », (Lange, Trouvé, & Victor, 2007) explorent le continuum entre opinion et raison en visant le passage de la croyance, de l'opinion commune, de la pensée reçue, à la construction de l'individu dans toutes ses composantes. Ils reconnaissent l'existence de plusieurs formes de rationalité dépendant de domaines scientifiques différents ainsi que des domaines juridiques, éthiques voire religieux. Il ne s'agit alors pas d'opposer le registre de l'opinion à celui de la connaissance rationnelle⁴⁷, mais d'envisager la rectification, sans rupture, de la connaissance première par la raison, en encourageant l'argumentation d'une *opinion raisonnée*. Reprenant l'analyse de Lavelle (2006), ils estiment que construire « *une véritable opinion raisonnée serait d'être capable de convoquer des arguments pluriels (plusieurs dimensions), à la fois pour ou contre, relever les contradictions issues des différents domaines de rationalité, et dépasser ces conflits de rationalité au moyen d'une posture dialogique.* » (p 10). Dans l'expression de cette *opinion raisonnée*, peuvent ainsi se trouver mélangés des éléments attribuables à un préjugé, une représentation *a priori*, et des arguments convoquant des références dans des domaines de connaissances identifiables. Parce que le transfert par les élèves des connaissances scientifiques dans un contexte différent de celui de la leçon de sciences n'est pas spontané lorsqu'ils sont engagés dans des processus argumentatifs autour des implications sociales des sciences, la relation entre connaissances scientifiques et qualité de l'argumentation mérite d'être examinée.

III.1.2 Relation entre maîtrise des savoirs et construction des argumentations

Means et Voss (1996) ont montré que la capacité à justifier des conclusions par des raisons diverses et précises est liée à la maîtrise de connaissances conceptuelles. Toutefois, ils remarquent que, si des connaissances accrues permettent une augmentation du nombre et des types de justifications offertes, la qualité du raisonnement n'est pas significativement modifiée. L'étude de Lewis & Leach (2006) montre pourtant avec des jeunes de 14 à 16 ans que ceux-ci trouvent difficile de s'engager dans des discussions (ici sur les technologies

⁴⁷ Avec le concept d'idéologie scientifique, Canguilhem introduit le principe d'« antériorité réciproque » entre opinion et connaissance scientifique « *Ne peut-on soutenir, au contraire, que la production progressive de connaissances scientifiques requiert, à l'avenir comme dans le passé, une certaine antériorité de l'aventure intellectuelle sur la rationalisation, un dépassement présomptueux, par les exigences de la vie et de l'action, de ce qu'il faudrait déjà connaître et avoir vérifié, avec prudence et méfiance, pour que les hommes se rapportent à la nature selon de nouveaux rapports ?* » (Canguilhem, 1977, p. 38, cité par Molinatti, 2007)

génétiques) parce que leur compréhension des éléments scientifiques impliqués est limitée. Lewis & Leach soulignent que l'incompréhension des bases scientifiques peut constituer un obstacle à l'identification des questions clés, mais aussi qu'un apport très limité de savoirs est suffisant, le registre de connaissances scientifiques étant peu mobilisé dans les dilemmes socioscientifiques. Yang & Anderson (2003) ont montré lors de négociations entre étudiants à propos de problèmes environnementaux liés à l'utilisation de l'énergie nucléaire, une relation entre les orientations préférentielles exprimées par les participants vers divers types d'informations (scientifiques ou sociales), et l'orientation des raisonnements développés (scientifiquement orientés, à orientation sociale, ou raisonnements intégrant ces deux volets). Leurs analyses statistiques révèlent que les performances des élèves en sciences déterminent le type d'informations qu'ils privilégient. Les résultats des élèves aux tests de préférence se situent entre -0,66 et + 2 sur une échelle de -4 (orientation sociale) à + 4 (orientation scientifique). L'analyse des entretiens montre que les préférences des élèves et des modes de raisonnement sont cohérents entre eux. En particulier, ce sont les sujets de préférence neutre (entre 0 et 1 aux tests de préférences) qui développent les raisonnements intégrant des références au contenu scientifique et socialement pertinentes.

S'il peut sembler logique qu'une bonne maîtrise des contenus scientifiques soit nécessaire pour développer une argumentation de qualité, Molinatti (2007) cite (p 156) pourtant plusieurs travaux (Kuhn, 1991 ; Perkins, Farady & Bushey, 1991) mettant en évidence l'absence de corrélation entre les connaissances conceptuelles antérieures par rapport à une question socio-scientifique et la qualité de l'argumentation. Sadler & Fowler (2006) proposent un modèle de seuil, une interprétation non linéaire des interactions entre connaissances scientifiques et pratiques argumentatives sur des questions socioscientifiques. Ces auteurs ont étudié la relation entre les connaissances en génétique des élèves et étudiants et la qualité de leur argumentation autour des questions posées par le développement de l'ingénierie génétique (thérapie génique et clonage). Leur analyse montre comme celle de Lewis & Leach que les élèves mobilisent peu les connaissances scientifiques acquises dans la mise en débat d'une question socio-scientifique. La qualité de l'argumentation ne serait pas proportionnelle au niveau de maîtrise des contenus, la relation entre les deux constituerait un modèle de seuil : Trois populations pourraient alors d'après ces auteurs être décrites et positionnées dans un repère à deux dimensions (maîtrise des connaissances en abscisses, qualité de l'argumentation en ordonnées) sur une courbe à trois plateaux : le premier groupe (le plus bas des trois plateaux) est hypothétique et rassemblerait les individus dont les connaissances scientifiques seraient faibles et la qualité de l'argumentation minimale. La

seconde population, représentée par le deuxième plateau de la courbe correspond aux lycéens et étudiants non spécialisés en sciences et dont les niveaux d'argumentation comme de connaissances sont intermédiaires. Le troisième groupe est celui des étudiants du supérieur spécialisés en sciences, dont la qualité de l'argumentation comme le niveau de connaissances sont élevés. Nous ne partageons pas cette interprétation qui nous paraît exprimer une conception proche du *deficit model* de Wynne (1996 *ibid.*), en particulier pour ce qui concerne l'hypothétique population correspondant au premier groupe. Les observations rapportées ne correspondent par ailleurs pas aux données empiriques que nous avons recueillies en comparant les discours d'étudiants du supérieur de diverses filières à propos de la QSVE de la lutte chimique contre la chrysomèle des racines du maïs (Morin & Simonneaux, 2011). En outre, ce modèle ne considère pas les interactions entre la construction des discours et celles des connaissances, élément sur lequel nous reviendrons. Cette interprétation nous paraît également réductrice en ce qu'elle se focalise sur la maîtrise des seules connaissances scientifiques sans prendre en compte les individus dans leur identités et les contextes dans leur complexité.

Lewis & Leach ont observé que l'importance de la mise en situation ne doit pas être négligée : les mêmes étudiants ont fourni lors de réflexions sur l'usage des pesticides en agriculture des réponses plus raisonnées que dans le cas des technologies génétiques, sans pour autant mobiliser davantage de concepts scientifiques, parce que les contextes leur étaient davantage familiers. Les savoirs scientifiques ne sont pas les seuls contenus dont la maîtrise influence les raisonnements. Nous ne remettons pas en question la légitimité de références scientifiques à des savoirs savants dans l'argumentation, elle trouve au contraire tout son sens dans ce que ces savoirs ont d'universel (Alpe, 2006), mais il nous paraît nécessaire de considérer que les analyses rationnelles et les expériences affectives ne s'excluent pas dans la construction des raisonnements informels. Nous rejoignons en cela Ardoino (1993) lorsqu'il rappelle que les sciences de l'homme et de la société sont toujours confrontées à des pratiques sociales, à des situations impropres à la démarche de simplification découpant les faits. Leur caractère intrinsèquement complexe requiert une approche de la multiréférentialité⁴⁸ proposant une lecture plurielle des raisonnements développés pour comprendre la dynamique de leur construction.

⁴⁸ Ardoino (1993) entend par multiréférentialité l'existence de systèmes de références distincts et hétérogènes -c'est-à-dire non-réductibles les uns aux autres-.

III.2 Des modèles d'analyses multiréférentielles de raisonnements socioscientifiques

La question des rapports aux incertitudes est centrale dans les controverses socioscientifiques, nous l'avons vu dans les chapitres précédents. Ces controverses constituent des *problèmes complexes flous*, c'est-à-dire des situations à multiples solutions dont certaines composantes sont incertaines (Zimmerman, 2000), les « *ill-structured problems* » au sens de Churchman (Churchman, 1971).

III.2.1 Modèle du jugement réflexif

S'inspirant de l'œuvre philosophique de Dewey selon lequel la *pensée réflexive*⁴⁹ (Dewey, 1933) est initiée face aux problèmes réels qui engendrent une controverse et ne peuvent être résolus par la seule logique, King & Kitchener (1994) ont proposé un modèle d'analyse de raisonnements informels (le *modèle du jugement réflexif*) basé sur les états des rapports aux savoirs. Elles caractérisent les étapes d'émergence du jugement réflexif à partir de niveaux épistémiques traduisant le mode de perception de la connaissance par l'individu et son mode de justification des croyances. Ainsi, d'une pensée pré-réflexive, où le savoir est conçu de façon absolue et certaine, avec l'argument d'autorité des experts comme seules justifications, des étapes vers la pensée réflexive de plus haut niveau reconnaissant la nature des sciences sont identifiées. Elles marquent une progression jusqu'à la conception des savoirs comme les résultats de processus d'investigation, ces savoirs étant considérés comme la compréhension la plus complète et la plus plausible d'une situation sur la base des preuves disponibles à un moment donné. Toussaint et Lavergne (2005) ont utilisé ce modèle d'analyse avec des élèves du secondaire de 16 à 17 ans débattant de problèmes complexes relatifs au thème du maintien de la diversité biologique. Ils observent effectivement différents niveaux de raisonnements construits dont le modèle de King & Kitchener peut rendre compte, tout en remarquant qu'un même élève peut présenter un raisonnement du premier niveau à un certain moment et un raisonnement de niveau supérieur à un autre moment. Ils ont classé les discours d'élèves dans les sept niveaux du modèle et constaté que le niveau pré-réflexif semble caractériser la pensée de la majorité des élèves. Une minorité parle du contexte dans lequel se situe l'expert qui prend position (niveau cinq), pèse le pour et le contre des arguments entourant un problème (niveau six) et envisage des enquêtes ou de recherches pouvant donner plus de poids qu'une simple opinion personnelle (niveau sept).

⁴⁹ La *pensée réflexive* se distingue des autres formes d'opérations cognitives parce qu'elle implique pour l'individu d'abord « un état de doute, d'hésitation, de perplexité, de difficulté mentale, desquelles provient la pensée », puis « une action de recherche, d'investigation, afin de se doter d'instruments de résolution du doute, de se stabiliser et de se débarrasser de l'état d'incertitude » (Dewey, 1933, p. 12).

III.2.2 Modèle RSS (Raisonnement Socio-Scientifique)

Dans leur exploration des apprentissages associés à la scolarisation des SSI, Sadler, Barab & Scott (2007) se demandent « *What do students gain by engaging in SocioscientificIssues inquiry ?* », dans le cadre d'une séquence pédagogique utilisant les technologies numériques pour faire évoluer les élèves dans des mondes virtuels au sein desquels ils doivent prendre en charge la qualité de l'eau d'une rivière en considérant les rôles de différents acteurs et les multiples facteurs de pollution. Sadler & al. se sont inspirés du modèle de King & Kitchener et ils ont élaboré un modèle de raisonnement socio-scientifique, qui a été exploité également au sein du projet de recherche "Curriculum and Assessment Tools For Socio-Scientific Inquiry" (CATSI) (Sadler, Klosterman, & Topcu, 2011). Ces auteurs y explorent autour des problématiques liées au changement climatique comment des élèves transfèrent leurs pratiques de raisonnements d'une SSI à d'autres SSI. Leurs analyses sont structurées autour de quatre aspects de la pratique de ces raisonnements informels (complexity, perspectives, inquiry et skepticism). Ce sont i) l'analyse de la complexité inhérente à la question étudiée, sans focaliser la réflexion sur un simple facteur en excluant sa signification dans un contexte large, ni se baser sur une simple relation de causalité, mais au contraire en reconnaissant les multiples interactions dynamiques entre les éléments considérés. Il s'agit ici de l'habileté à développer des analyses systémiques. ii) l'examen de la question de différents points de vues, lequel implique la reconnaissance que des solutions différentes mais également plausibles peuvent être préconisées par des sujets différents selon les priorités personnelles. Il s'agit de l'habileté à se décentrer d'un point de vue propre et à considérer une diversité de perspectives potentiellement conflictuelles. iii) la perception que la question doit être soumise à des recherches complémentaires, afin de prendre en compte les incertitudes dues à la nature même du savoir scientifique, et les questions d'ordre sociétal liées aux implications des réponses envisagées. Il s'agit alors de l'habileté à considérer les SSI comme des questions ouvertes associant des dimensions sociales et scientifiques. iv) l'expression de scepticisme vis à vis d'informations qui peuvent être biaisées, conduisant à évaluer la fiabilité des déclarations de différents acteurs en les pondérant si nécessaire aux intérêts divergents, sans pour autant estimer que les parties prenantes sont manipulatrices. Il s'agit de l'habileté à identifier les potentiels biais des informations fournies.

III.2.3 Modèle SEE-SEP

Plus récemment, Chang & Chiu (2008) ont appréhendé l'analyse des niveaux supérieurs du modèle de King & Kitchener (les états de pensée quasi-réflexive et réflexive) en

s'inspirant de l'approche épistémologique de Lakatos (1978) afin de caractériser les habiletés à argumenter les SSI⁵⁰. Chang & Chiu distinguent les niveaux de raisonnements informels selon des habiletés argumentatives qu'elles positionnent dans le schéma de Lakatos : le noyau dur des programmes scientifiques correspond en termes d'argumentations à l'espace dans lequel sont formulées les affirmations justifiées par des informations et des raisons non discutées. Dans la ceinture périphérique, les sujets expriment la capacité à identifier les limites des affirmations (y compris de celles qui leurs sont propres) par l'exercice de la contre argumentation. Les niveaux supérieurs correspondent à la capacité à développer des argumentations alternatives étendant les affirmations initiales, et enfin à évaluer explicitement les argumentations développées. Dans la continuité de ces travaux et en constatant la difficulté des élèves à mettre en relation les concepts des différents domaines disciplinaires, Chang Rundgren & Rundgren (2010 *ibid.*) ont élaboré leur « *SEE-SEP model* » qui illustre la diversité des dimensions mobilisées dans les raisonnements socioscientifiques. Ils retiennent ainsi six axes pour une figure hexagonale à l'intérieur de laquelle le raisonnement socioscientifique opère⁵¹. Les sommets de cette figure sont nommés : Sociology/Culture(S), Environment (E), Economy (E), Science (S), Ethics (E), Policy (P). Ces deux modélisations ont permis à Chang-Rundgren (2011) de développer une ingénierie didactique associant les apprentissages conceptuels, de l'argumentation, et de la mise en relation des champs disciplinaires.

III.3 La perspective de durabilité, adaptations du modèle RSS aux QSVE

Les modèles présentés dans la précédente revue de publications à propos d'analyses des raisonnements informels sur des controverses socioscientifiques privilégient soit les pratiques cognitives (Sadler, Barab & Scott), soit les capacités argumentatives (King & Kitchener, Chang & Chiu, Chang-Rundgren & Rundgren). Il apparaît que l'analyse des argumentations ne peut être dissociée de celle de la pratique des raisonnements mobilisant de multiples références. C'est dans cette double orientation que nous étudierons la construction

⁵⁰ Lakatos propose une théorie de la réfutation scientifique qui considère la résistance des constructions théoriques à la falsification davantage que ne le faisait Popper : les scientifiques travaillent dans le cadre de programmes de recherches comportant à la fois un noyau dur construit sur les résultats d'expériences cruciales, et des hypothèses auxiliaires sur lesquelles les réfutations peuvent être exercées. Lakatos conçoit ainsi une *ceinture d'hypothèses périphériques* ayant un rôle protecteur en ce que leur remise en question ne déstabilise pas le programme de recherche lui-même. Celui-ci est ainsi caractérisé dans sa ceinture périphérique par une heuristique positive (la zone dans laquelle le falsificationnisme au sens de Popper s'applique), et au sein de son noyau dur par une heuristique négative (l'espace théorique protégé non remis en question).

⁵¹ Chang Rundgren & Rundgren utilisent la métaphore de la délocalisation des électrons dans la structure benzénique, le RSS ne pouvant être fixé sur aucun des sommets de la figure.

collective de raisonnements relatifs aux QSVE, les Raisonnements SocioScientifiques dans la perspective de Durabilité (RSSD). Les RSSD sont des processus dynamiques qui se déploient au gré des interventions et argumentations, lesquelles peuvent converger et se compléter ou diverger et s'opposer. Mais quand un groupe s'accorde sur la rédaction d'un positionnement partagé dans un argumentaire commun (une pétition, un rapport, un article de presse, une affiche, etc.), leur production constitue un cliché de l'état à ce moment-là du RSSD collectif. Elle témoigne du consensus partagé. Le RSSD peut donc lorsqu'une telle formalisation est réalisée, être considéré comme un produit, provisoirement stable, des interactions socio-discursives ; nous proposons dans la suite de ce chapitre un modèle permettant de caractériser l'état des RSSD produits.

La multiplicité des acteurs concernés et des enjeux politiques peut être considérée comme une spécificité des QSVE. Une réflexion sur la durabilité des choix de développement des sociétés nécessite plus que des approches rigoureuses dans les champs disciplinaires concernés (économiques, techniques, sociaux, environnementaux, politiques, éthiques), elle oblige à renoncer aux solutions universelles et conduit à la mise en cohérence de savoirs particuliers dans une représentation globale de la situation. Les problématiques de la durabilité renvoient à la capacité à penser la réalité dans les interactions et rétroactions de multiples éléments (culturels, sociaux, physiques, écologiques, éthiques) en mosaïque, les frontières entre disciplines scientifiques s'estompent et la démarcation entre questions de sciences et questions de sociétés devient toujours plus floue.

Les RSSD sont délibérément tournés vers l'action et les questions qu'ils abordent sont débattues tant dans la sphère scientifique que dans les espaces médiatique et politique. La convergence des perspectives de J. Simonneaux (2007 *ibid.*) sur l'EDD et L. Simonneaux (2006 *ibid.*) sur l'enseignement des QSV les a conduit (Simonneaux & Simonneaux, 2009a) à proposer une adaptation du modèle d'analyse des RSS de Sadler, & *al.* dans laquelle ils mettent l'accent sur la vivacité des controverses socioscientifiques : « *Elles [les questions socioscientifiques controversées] constituent des questions socialement vives (QSV) lorsque les divergences ne se limitent pas au domaine scientifique. Les QSV font l'objet de controverses et sont empreintes d'incertitudes dans les savoirs de référence et dans les implications sociales.* » (trad. par les auteurs, p 659). Simonneaux & Simonneaux font *a priori* un choix différent de celui de Sadler & *al.* en n'intégrant pas la question de l'incertitude dans l'analyse de la complexité inhérente à la question étudiée et/ou dans l'examen de la question à partir de différents points de vue, mais en l'analysant comme une opération

distincte en l'associant à la prise en compte des risques. Constatant en outre que les enjeux de société des QSV « *interpellent les pratiques sociales et renvoient à leurs représentations sociales*⁵² et aux systèmes de valeurs » (trad. p 659), ils complètent, toujours *a priori*, le modèle d'analyse en y ajoutant l'opération consistant à prendre en compte « *des valeurs (valeurs potentiellement marquées par des éléments sociétaux ou médiatiques) ou principes moraux qui orientent les prises de position.* » (trad. p 661).

Simonneaux & Simonneaux observent alors les raisonnements socio-scientifiques sur trois controverses (la réintroduction de l'ours dans les Pyrénées, la présence du loup dans le Mercantour et le changement climatique), dans le cadre de l'EDD d'étudiants en licence Ecologie, Agronomie, Territoire et Citoyenneté. Ils constatent en particulier une nette dominance de l'importance accordée à une catégorie d'acteurs dans le cas des controverses locales qui impliquent le plus les étudiants (le point de vue de l'éleveur sur les questions du loup et de l'ours a été unanimement adopté), et parallèlement un faible intérêt accordé aux jeux d'acteurs à propos de la question globale du changement climatique. Ainsi l'analyse de la participation des acteurs à la décision apparaît au vu de cette étude comme une dimension importante à considérer dans la construction des RSSD, en relation avec les effets de contexte puisque le transfert de cette prise en compte n'est pas effectué spontanément dans le passage du local au global. En appui sur ces analyses de données empiriques, les auteurs proposent par conséquent d'ajouter deux opérations supplémentaires au modèle d'analyse : i) « *la recherche et l'évaluation de savoirs produits par des producteurs de savoirs non académiques (groupes professionnels, associations, consommateurs [...])* » et ii) « *l'analyse des modes de gouvernance et les rapports de force dans les orientations locales ou globales.* » (p 684).

Deux apports majeurs de cette étude retiendront notre attention. Simonneaux & Simonneaux montrent d'une part l'importance du contexte sur les raisonnements développés : la gouvernance est beaucoup plus questionnée par les étudiants dans le cas des QSV locales que sur la QSV globale pour laquelle c'est l'évaluation de l'expertise scientifique qui est privilégiée. D'autre part, ils révèlent les limites d'une contextualisation trop impliquante : la recherche d'informations complémentaires et l'identification d'incertitudes n'ont pas été mobilisées dans le cas de la réflexion sur la réintroduction de l'ours, QSVE qui a généré une surexpression de l'affect et une identification de tous les participants (ceux qui ont suivi en amont un parcours à dominante technique et économique - BTS production animale et

⁵² Les conceptions individuelles constituent des *représentations sociales* (Moscovici, 1984, Jodelet, 1984) si elles sont partagées dans un groupe social.

végétale- comme ceux dont le parcours est à dominante environnementale - BTS gestion et protection de la nature) aux éleveurs opposés à l'ours. L'expression de l'affect peut ainsi limiter la posture critique lorsque la situation proposée s'oppose au système de valeurs des participants. Les auteurs soulignent qu'inversement, l'affect peut stimuler la réflexion critique - comme l'a montré Jimenez-Aleixandre (2006 *ibid.*) avec des élèves galiciens confrontés aux discours d'experts à propos de la marée noire du prestige - lorsque la situation les incite à contre-argumenter pour défendre des positions socioculturelles. Il apparaît nettement dans ces deux études que les raisonnements socio-scientifiques sont influencés par les identités (Simonneaux & Simonneaux, 2009b). Pourtant la variété des questions socioscientifiques controversées est telle que d'innombrables situations peuvent potentiellement en être le contexte.

III.3.1 Six dimensions pour caractériser les RSSD collectifs

Nous proposons une nouvelle caractérisation des RSSD afin de réaliser une synthèse des éléments complémentaires de ces deux approches. Alors que Sadler (2009) justifie l'élaboration du modèle d'analyse des RSS par la recherche de pratiques de raisonnements communes applicables par les individus dans des contextes multiples, Simonneaux & Simonneaux observent que les RSS de groupes d'étudiants sont influencés par les représentations sociales. L'influence démontrée des contextes et des identités sur les raisonnements nous conduit non pas à viser l'identification d'opérations cognitives d'ordre général et transférables, mais plutôt à considérer l'élaboration par des collectifs de raisonnements intégrant les expériences des personnes à des situations spécifiques.

Il s'agit d'observer l'adaptation d'activités cognitives à des variables de situation, la plasticité des schèmes au sens de Vergnaud (2007) : « *Le schème est une forme invariante d'organisation de l'activité et de la conduite pour une classe de situations déterminée.[...] dont la fonction est d'engendrer l'activité et la conduite en situation.* » (p 17). Si l'activité cognitive dépend bien de la situation, son organisation, elle, constitue la part invariante et opératoire construite par l'expérience : Vergnaud nomme « *concepts en actes* » ce qui permet aux sujets de prélever l'information pertinente et « *théorèmes en actes* » ce que les sujets tiennent pour vrai dans le monde réel. Ces deux invariants opératoires permettent l'adaptation aux situations « *soit qu'ils existent déjà dans les ressources du sujet, et qu'ils soient décombinés et recombinaés, soit qu'ils n'existent pas encore, qu'ils émergent en situation, et viennent s'articuler avec les invariants antérieurement formés.* » (Vergnaud p.20).

Problématisation, interactions, savoirs, incertitudes, valeurs et gouvernance sont les six dimensions des RSSD dans lesquelles ces schèmes sont mobilisés. Nous les analyserons, en nous intéressant particulièrement au caractère critique des raisonnements construits : « *Thinking critically does not mean questioning all data, evidence, experts, but rather developing criteria for evaluating them.* » (Jiménez Alexandre, 2009, p. 684). Le RSSD est donc, avec ce modèle, traité comme le produit de l'expertise collective. Il sera adossée à cette analyse celle des interactions socio-discursives qui éclairera quant à elle le processus de construction et d'adaptation des critères d'évaluation de la complexité des situations/problèmes, ainsi que la dimension affective et l'influence des identités sur les activités cognitives.

III.3.2 Problématisation

III.3.2.1 Construire un problème

Suite à l'ouvrage collectif coordonné par Astolfi & Giordan (1978) « *Quelle éducation scientifique pour quelle société ?* », de nombreux travaux en didactique des sciences ont porté sur la place de la problématisation dans les apprentissages scientifiques (Giordan & De Vecchi, 1987 ; Joshua & Dupin, 1989 *ibid.* ; Fabre, 1993 ; Orange, 1998 ; Orange, 2002 ; Lhoste, 2005 ; Lhoste, Peterfalvi, & Orange, 2007 ; Cariou, 2010 *ibid.*). Ces travaux reposent sur l'analyse épistémologique de l'activité scientifique (Bachelard, 1949 ; Canguilhem, 1965 ; Jacob, 1970 ; Popper, 1991 *ibid.*) : les savoirs scientifiques sont apodictiques dans le sens où ils présentent, dans un cadre problématique donné, un caractère de nécessité. L'activité scientifique ne se borne pas à décrire la réalité ou à énumérer des faits, elle est une tentative d'explication des phénomènes par l'articulation entre deux registres : celui des modèles (les nécessités retenues) et celui, empirique, des faits considérés (Orange, 2006). Ce caractère apodictique⁵³ implique que la compréhension des savoirs scientifiques soit en premier lieu celle des nécessités des problèmes auxquels ces savoirs apportent une résolution (Canguilhem, 1965 *ibid.*). Ainsi, pour Reboul (1992) « *Savoir en science n'est pas simplement savoir que, mais savoir que cela ne peut pas être autrement* » (p. 77). S'approprier un tel savoir implique de s'approprier aussi le problème qu'il traite. En effet,

⁵³ Au sens d'Aristote, un syllogisme est apodictique quand les prémisses à la conclusion ne sont pas simplement probables mais sont nécessaires. Par exemple, dans un cadre où la nutrition a pour fonction de procurer de la matière aux différentes parties du corps et où une action des substances nutritives à distance semble exclue, il y a nécessité d'une distribution de substances provenant directement ou indirectement de l'alimentation dans tout l'organisme (Orange 2007).

c'est dans la relation qu'ils entretiennent avec les problèmes qui les ont fondé que les savoirs scientifiques font sens (Lhoste, Peterfalvi & Orange, 2007 *ibid.*).

Mais les QSVE sont des situations/problèmes complexes, qui ne mobilisent pas seulement les savoirs scientifiques. De manière plus vive encore que dans le cas des questionnements traités par la science de laboratoire, la nature des éléments à prendre en compte est incertaine et les faits ne sont pas « donnés » : le problème est ouvert, il est entièrement à construire. Il ne s'agit pas de trouver une solution, unique et universelle, au moyen de procédures éprouvées, mais de chercher une issue à une situation dont les multiples facettes ne sont pas catégorisées et restent à identifier. Envisager des actions et opter pour l'une d'elles est bien différent du « *savoir qu'il ne peut en être autrement* » de Reboul. Quelle est alors l'opération cognitive de problématisation d'une QSVE ?

La problématisation peut être décrite comme le mouvement par lequel se déterminent mutuellement les faits à prendre en compte et le modèle qui permet de les interpréter (Rey, 2005). Fourez (1997 *ibid.*) a analysé les constructions de savoirs lorsque des personnes non spécialistes ou des scientifiques de terrain sont confrontés à des situations précises pour lesquelles les savoirs disciplinaires standardisés conviennent mal. Il nomme « *îlot de rationalité* » la mise en cohérence des savoirs particuliers dans une représentation globale de la situation, dont la caractéristique principale est d'être explicitement reliée à un contexte et à un projet. Fourez propose un dispositif qui permet d'aborder la complexité d'une situation en prenant en compte à la fois les représentations des personnes en situation d'apprentissage et les points de vue des différents acteurs impliqués directement dans la situation. Les noms de ces étapes renvoient partiellement au champ lexical de la photographie : i) le cadrage du problème et la production d'un « cliché », d'un panorama de la situation ii) vient ensuite l'investigation avec l'exploration des solutions possibles iii) puis l'étape d'« ouverture de boîtes noires » (approfondissement de points importants par des spécialistes non-acteurs) iv) et enfin la synthèse de la controverse : la production d'une modélisation complexe en vue de la communication et de l'action. L'élaboration de ces savoirs en situation nécessite de réinterroger systématiquement les problèmes abordés selon différentes incidences, cette méthode apportant, par la sélection des éléments jugés pertinents qu'elle permet d'opérer, une réponse adéquate à la question fondamentale : de quoi s'agit-il ?

Notre analyse de la problématisation portera sur les perspectives retenues dans la construction du problème, ce en quoi nous rejoignons l'approche de Sadler & al. (*ibid.*). Par

perspective, nous entendons d'une part la diversité de points de vue des intervenants vis-à-vis de la controverse, diversité liée à leur identité, leur vécu, leur culture, et d'autre part l'opération de re-présentation de la situation/problème dans un contexte argumentatif déterminé. La perspective est en effet aussi un choix (qui relève de conceptions particulières des importances relatives des volets environnementaux, sociaux, et économiques⁵⁴ de la controverse) lorsqu'il s'agit de rendre compte de son regard. Mettre en lumière des éléments de la situation implique aussi de laisser des zones d'ombre : la problématisation dépend de l'incidence de l'éclairage porté sur les facettes de la situation. Nous parlerons ainsi de perspectives pour désigner les choix des participants parmi les volets de la QSVE pouvant être pris en considération ainsi que leur organisation dans la construction de la réflexion.

III.3.2.2 Prendre en compte la controverse

Une construction empirico-interprétative du problème serait-elle à privilégier par rapport à d'autres ? Les QSVE sont, avant tout et par nature, controversées tant dans leurs volets scientifiques que sociaux et économiques. La controverse est alimentée autant par la diversité de choix de faits à considérer (les stimuli) que de solutions à retenir (les réponses). Elle est donc organisée par ce que Moscovici (1976) a nommé les *représentations sociales* des parties prenantes. Le concept de représentation sociale constitue un cadre interprétatif des perspectives telles que nous les avons définies : il donne une lecture de la façon dont sont structurées les informations sur des QSV considérées (Legardez, 2004). À la distinction entre stimuli et réponses, la représentation sociale substitue la conception selon laquelle la relation sujet-objet détermine l'objet lui-même : « *Si, par exemple, un individu exprime une opinion (c'est-à-dire une réponse) par rapport à un objet, une situation, cette opinion est d'une certaine façon constitutive de l'objet, elle le détermine.* » (Abric, 1994/2011 p. 16). Abric considère que la représentation est un ensemble d'éléments hiérarchisés autour d'un noyau central qui confère sa signification à la représentation. Ce noyau central est déterminé par la nature de l'objet représenté, par la relation qu'il entretient avec le sujet ou le groupe, mais aussi par « *les systèmes de valeurs et de normes sociales qui constituent l'environnement idéologique du moment et du groupe.* » (Abric, 1994/ 2011 p 30). La co-construction des faits et de leur interprétation pouvant être réalisée selon une multitude de principes qui renvoient à la multitude des sens que le sujet humain peut donner au monde, c'est à travers le prisme des

⁵⁴ Nous avons choisi ces trois volets des QSVE afin de rendre notre modèle d'analyse lisible au regard des trois piliers classiquement associés aux problématiques du « Développement durable ». Les aspects politiques et éthiques sont dans ce cadre inclus dans le « pilier » social.

préoccupations et intérêts des parties prenantes que les discours des acteurs des controverses peuvent être décryptés. Car les représentations, « *formes de connaissances, socialement élaborées et partagées ayant une visée pratique et concourant à la construction d'une réalité commune à un ensemble social* » (Jodelet, 1989, p. 36), sont partagées au sein de groupes dont elles définissent l'identité. La confrontation de la réalité aux représentations sociales génère donc des focalisations qui empêchent les individus de posséder une vision globale de l'objet (Moliner, 1996). En outre, pour (Doise, 1990), les représentations permettent de définir l'objet du débat mais organisent aussi ce débat en suggérant les questions qu'il faut poser. S'il n'y a pas nécessairement de consensus sur les réponses envisagées, il est en revanche nécessaire au sein du groupe de s'accorder *a minima* sur les questions abordées.

Dans la mesure où chaque éclairage différent de la complexité révèle des interactions particulières dans les socio-écosystèmes et ouvre différentes pistes d'actions, la qualité de la problématisation réside autant dans la clarification des enjeux que dans l'inventaire des problèmes et la diversité des perspectives prises en compte. Il ne s'agit pas de clore la controverse, mais bien plus de l'appréhender dans tous les champs où elle se déploie, d'identifier les éléments tenus pour premiers qui organisent la construction des faits et les différentes interprétations de la situation, donc des différents positionnements. Opération délicate (Zeidler, 1997) que la reconnaissance de l'existence de différentes perspectives, tant la considération d'interprétations alternatives à celle vers laquelle ses propres principes orientent le sujet implique un effort de décentration. La problématisation en tant qu'identification de *principes régulateurs* (Doise 1990 *ibid.*) est favorisée par l'analyse critique des argumentations, y compris de la sienne (Erduran, Simon & Osborne, 2004 *ibid.*). Elle rend possible la pondération des discours et permet d'accéder à une *objectivité de second rang* (Latour, 2007 *ibid.*) émergeant du croisement des subjectivités.

Notre analyse de la problématisation sera donc aussi celle de cette décentration : Les différents volets (environnementaux, sociaux, économiques) de la situation sont-ils abordés à partir de différentes perspectives, les discours sont-ils pondérés et la controverse est-elle reliée aux intérêts divergents des parties prenantes ?

III.3.3 Interactions

Pour résoudre les problèmes des QSVE et opérer des choix de société, il faut comprendre la nature des difficultés, en analyser les causes, déconstruire l'emboîtement des problèmes à résoudre : les problèmes ouverts, de vie, d'action, qui relèvent d'approches

globales, englobent des problèmes de connaissances et de compréhensions des phénomènes qui eux relèvent de la méthode expérimentale. Les solutions sont à chercher dans la conjonction des approches instrumentales et comportementales : elles émergent des instruments que les sciences et les technologies permettent de développer mais aussi des comportements que les individus et les institutions sociales choisissent d'adopter.

III.3.3.1 Des approches multiscalaires

La perspective de durabilité étant celle de la solidarité intergénérationnelle (rapport Brundtland, 1987 *ibid.*), elle conduit à envisager des actions dont les résultats ne seront pas connus des acteurs qui les réalisent, autrement dit à penser la temporalité à différentes échelles. Braudel (1958/1987) distingue les temps court, moyen et long, trois durées qui sont chacune impliquées dans les QSVE, du temps de la décision à celui des phénomènes géologiques et des espèces, en passant par celui des individus et des sociétés. Les décisions prises engagent la responsabilité des personnes et des collectifs à différentes échelles temporelles mais également spatiales. L'adoption par exemple de stratégies locales telles que la limitation des apports de nitrates dans une parcelle bretonne n'aura l'effet escompté sur les marées vertes que si elle est appliquée à toutes les parcelles d'une exploitation, à toutes les exploitations d'un bassin versant. Ainsi, deux opérations cognitives, la territorialisation et la périodisation, sont mobilisées avec les QSVE. Les responsabilités s'exercent dans les territoires, espaces matériels et humains (Floro, 2011) et les choix à opérer impliquent les personnes comme les institutions sociales (des groupes de pairs aux institutions publiques, entreprises, associations, collectivité locales, états et organisations internationales). A la pluralité d'échelles de durée se superpose la pluralité de perceptions des territoires. Bozonet (1992 cité par Floro) nomme *territorialisation des esprits* l'opération de construction et d'appropriation de systèmes socio-spatiaux symboliques et contextualisés. La perspective de durabilité est l'élargissement de ces espaces. Elle interroge la façon dont les sujets les pensent et les organisent, mettent en relation les échelles locale (celle du cadre de vie et des préoccupations immédiates des individus en fonction de leur voisinage), régionale (celle de la dynamique de l'usage et de la gestion des produits et services des écosystèmes dans les aménagements des territoires) et globale (celle des cycles biogéochimiques, de l'évolution des climats, des transferts d'énergie, des échanges de biens dans l'économie mondialisée, de la démographie humaine ...). Les contextes dans lesquels s'inscrit une situation sont à prendre en compte autant que les échelles de temps auxquelles ces contextes sont analysés. Pourtant, « *le présentisme actuel et la dictature de l'instant sont des obstacles importants à une pensée*

de la durée et de la pluralité des échelles du temps » (Audigier, 2011 *ibid.*, p 36), obstacles dont la perspective de durabilité vise le dépassement. La reconnaissance de permanences et de ruptures dans le temps, son découpage en périodes, le rend intelligible. Les opérations de territorialisation et de périodisation permettent un double jeu de déconstruction et de reconstruction des QSVE. Ainsi, ce que la durabilité interroge ne peut être compris qu'à travers des analyses multi-scalaires. C'est en maniant différentes échelles spatiales (du local au global, et du global au local), sociales, (convoquant des individus et des collectifs multiples) et temporelles (des expériences passées aux futurs souhaités) que les interactions entre les éléments des écosystèmes et des socio-systèmes sont à identifier, décrypter, anticiper.

III.3.3.2 Des raisonnements systémiques

Agir localement et penser globalement suppose des raisonnements d'une grande complexité (Camerini, 2003). L'approche systémique⁵⁵, plus relationnelle et globale qu'analytique, permet d'envisager les systèmes complexes. Elle consiste à décomposer ces systèmes en niveaux d'observation ou sous-systèmes dont elle décrit le réseau de relations et en cela favorise les raisonnements multi-scalaires. Elle est également plus prospective que déterministe et permet d'appréhender la dynamique des régulations, opération requise par la perspective de durabilité. Car durable n'est pas synonyme d'immuable, de statique. Les QSVE concernent des socio-écosystèmes constituant des ensembles dynamiques dont l'évolution est déterminée par les jeux d'interactions entre leurs éléments constitutifs. Toute action en réponse à une QSVE est à l'origine de rétroactions, que cette réponse soit de nature sociale (l'établissement de normes pour les effluents azotés d'exploitations agricoles, la sensibilisation au gaspillage alimentaire, la détermination de règles collectives d'économie d'eau potable ...) ou qu'elle agisse sur les composantes physiques des écosystèmes (la collecte et la méthanisation d'algues vertes, le développement de l'aquaculture, la récupération d'eaux de pluies...). Les RSSD doivent inclure cette dynamique qui permet de penser non pas les éléments séparément mais l'ensemble qu'ils constituent.

⁵⁵ La systémique est une « discipline qui regroupe les démarches théoriques, pratiques et méthodologiques, relatives à l'étude de ce qui est reconnu comme trop complexe pour pouvoir être abordé de façon réductionniste, et qui pose des problèmes de frontières, de relations internes et externes, de structure, de lois ou de propriétés émergentes caractérisant le système comme tel, ou des problèmes de mode d'observation, de représentation, de modélisation ou de simulation d'une totalité complexe. » (AFSCET, 1994) Disponible sur <http://www.afscet.asso.fr/SystemicApproach.pdf>

De Rosnay (1975) a imaginé le «*macroscope*» pour symboliser l'outil à utiliser afin de mieux comprendre de tels systèmes complexes. Il l'oppose au microscope qui permet une analyse de plus en plus fine de l'infiniment petit et au télescope qui permet d'analyser l'infiniment grand. La démarche systémique s'appuie sur le concept de boucles de rétroactions (par exemple entre actions et compétences, savoirs et décisions), concept issu de l'étude biologique des régulations chez les êtres vivants et qui a été introduit dans de nombreux domaines (telle l'électronique avec la naissance de la cybernétique). La systémique, en s'intéressant à la manière dont les éléments s'organisent et s'influencent, aborde les aspects d'un problème progressivement, mais non séquentiellement. En partant d'une vue générale, les détails sont approfondis, avec de nombreuses itérations et retours en arrière complétant la vision antérieure. Reconnaître l'existence de rétroactions conduit à étudier la globalité dynamique sans dissocier les effets de leurs causes puisque les causalités sont circulaires, sans séparer les éléments de ces boucles de rétroactions, mais en décrivant les réseaux de régulation qu'elles forment. Ouverte sur la pluralité des solutions, la méthode systémique implique plusieurs observateurs approchant le système sous plusieurs angles, et ne revendique pas de réponse universelle. Les RSSD, nous l'avons vu, traitent de problèmes pointus de connaissances nécessitant des compétences de spécialistes, emboîtés dans des problèmes ouverts qui relèvent d'approches globales. Leurs approfondissements nécessitent à la fois la mobilisation des méthodes systémiques et analytiques.

Parce que les QSVE impliquent des systèmes multi-agents (Ferber, 1994) (agents capables de perceptions, de représentations et d'actions, communiquant entre eux et partageant des ressources communes), il s'agit de construire un raisonnement qui lie les dynamiques des socio-systèmes à celles des écosystèmes. Le recours à la notion de système complexe n'empêche pas que l'on doive décomposer les systèmes que l'on cherche à analyser, mais la compréhension des QSVE ne peut séparer le système écologique d'un côté et le système social avec les jeux d'acteurs de l'autre. Isoler ces deux sous-systèmes occulterait les liens qui les unissent et dénaturerait les QSVE. Limiter les RSSD aux impacts de l'homme sur les environnements nierait le principe de rétroaction, en oubliant que le milieu biophysique exerce une influence sur les comportements sociaux et détermine aussi les réponses des sociétés tant à travers les innovations technologiques que dans l'évolution des comportements des individus. Les relations homme/nature ne sont pas univoques mais réciproques, les RSSD doivent donc intégrer les dynamiques écologiques et sociales sur un territoire et pour cela définir l'ensemble des acteurs, des processus naturels et des interactions

dans la gestion des ressources. Les QSVE se posent en termes de seuils de perturbations, de coévolution fonctionnelle des sous-systèmes naturels et sociaux au fil du temps, et la notion de conflit d'usage prend toute son importance. L'état souhaitable d'un écosystème exploité par les humains dépendant des préférences et des comportements des acteurs humains en interaction avec les possibilités écologiques, ces conflits d'usage peuvent être aigus : les professionnels du tourisme préfèrent par exemple l'état oligotrophe d'un écosystème aquatique, alors que les agriculteurs, dont les activités peuvent le faire basculer vers l'état eutrophe, ont une préférence pour un régime ne limitant pas leurs activités. (Gunderson & Holling, 2001) ont montré que les compromis de gestion d'une telle situation obéissent à des contraintes écologiques et socio-économiques dont résulte une oscillation des normes négociées (dans leur exemple les limites autorisées des apports en phosphates) entre deux seuils : une valeur proche du point de basculement vers l'état eutrophe minimise les restrictions d'apports mais ne prend pas en compte les aléas (climatiques par exemple), et une valeur beaucoup plus contraignante en termes de réduction des rejets, qui permet le retour à l'état oligotrophe lorsque le basculement aléatoire vers l'état eutrophe a eu lieu. Le modèle de Gunderson & Holling révèle une dynamique cyclique à l'échelle de quelques décennies, entre les phases critiques d'eutrophisation où les apports exogènes de phosphates sont très contraints et les phases où les souvenirs collectifs des épisodes d'eutrophisation s'estompent, au cours desquelles le niveau négocié des apports de phosphate glisse vers le seuil de basculement. Dans cette dynamique cyclique généralisable à de nombreux écosystèmes exploités, Couvet & Teysseire-Couvet (2010) soulignent l'asymétrie des réponses socio-économiques aux variations écologiques : « *Les institutions gérant les écosystèmes doivent éviter deux écueils majeurs : la myopie, associée à la poursuite d'objectifs privés et de court terme, la rigidité, associée à une vision statique des socio-écosystèmes.* » (p 182).

Le concept de socio-écosystème, précédemment nommé éco-socio-système, ou anthroposystème (cf. I.1) permet la prise en compte de la causalité circulaire caractéristique des approches des systèmes complexes : les corrections des perturbations des écosystèmes sont à leur tour à ajuster aux réponses des écosystèmes à ces modifications afin de ne pas rompre l'analyse des rétroactions, et la distinction des écosystèmes et des socio-systèmes ne peut constituer une option épistémologique. « *It is evident that the dominant worldview in resource and environmental management of 'systems in equilibrium' is incompatible with observations of the complex dynamics of social and ecological systems.* » (Berkes & al. *ibid.*, préface). Avec le concept de socio-écosystème, qui pose comme objet scientifique les interactions entre la dynamique des systèmes naturels ou artificialisés et celle des sociétés

humaines, les milieux naturels ne sont pas considérés seulement comme des gisements de ressources mais également comme le cadre des relations sociales qui y sont construites. Il rend possible des RSSD obéissants aux contraintes des QSVE : approche systémique et multidisciplinaire, sur le long terme avec connaissance de l'histoire et développement de scénarios pour le futur, dans une démarche interactive entre les acteurs scientifiques, gestionnaires, citoyens et politiques. Un obstacle épistémologique est donc à dépasser, il est lié au décalage des temporalités d'étude des phénomènes sociaux et naturels et génère la difficulté d'interfaçage entre les pôles physique et humains des QSVE. À une échelle de temps courte, la réversibilité (lorsqu'elle est possible) des mutations environnementales une fois les causes de la perturbation éliminées peut paraître rassurante, et par là même elle peut compromettre la prise de conscience des atteintes aux capacités de résilience des écosystèmes sur le temps long. Notre analyse de la dimension *Interactions* des RSSD sera donc à la fois celle des approches multi-scalaires et de l'exploration des dynamiques des socio-écosystèmes.

III.3.4 Savoirs

Parce qu'elles concernent cette dynamique des relations entre nature et culture, les QSVE sont l'objet d'approches mixtes qui mobilisent des notions hybrides telles que l'empreinte écologique ou les services éco-systémiques. Les problèmes posés (l'approvisionnement d'une ville en eau potable par exemple) sont largement ouverts, à solutions multiples, constitués de l'imbrication de sous-problèmes tels que l'opportunité d'implantation d'une usine de dessalement d'eau de mer, sous-problèmes davantage fermés qui impliquent des choix interdépendants (le choix de la zone de prélèvement d'eau et de rejet de saumures, la nature de l'approvisionnement énergétique de l'usine, la répartition des coûts sur les taxes locales, sur le prix de l'eau ..). Le traitement de ces sous-problèmes emboîtés peut impliquer des éléments d'ordre technique (le recyclage de saumures par exemple), des savoirs d'ordre scientifique (tels que la dynamique de populations d'espèces euryhalines dans des conditions de sur-salure), mais aussi la connaissance du milieu local (les variations saisonnières des courants littoraux potentiellement capables de disperser les rejets de saumure...), de son contexte socio-économique actuel (le taux d'emploi de la région...), de son histoire et de ses traditions (l'évolution du tourisme, la conscience écologique des populations, le respect de sites particuliers...). Ainsi, les « boîtes noires » (Fourez, 1997 *ibid.*) à ouvrir contiennent-elles des savoirs à mettre en cohérence. Ceux-ci sont de différentes natures : académiques, médiatiques, vernaculaires, professionnels.

III.3.4.1 Pluralité de savoirs

Entre savoirs d'expérience et savoirs d'experts, les savoirs mobilisés sont émergents, non stabilisés, distribués : les RSSD interrogent la notion de référence. Nous distinguerons, les *savoirs* des *connaissances* : les connaissances sont fondamentalement consubstantielles à l'individu et son histoire alors que les savoirs relèvent d'un processus d'objectivation (Astolfi, 1993). Nous parlerons de savoirs pour désigner les constructions intellectuelles issues de la problématisation du réel, la connaissance étant « *entendue comme la face subjective du savoir* » (Fabre, 1996, p 70). A côté de *savoirs académiques* produits par des acteurs traditionnellement reconnus par leur position dans la hiérarchie académique ou socioprofessionnelle (Boy, 2007 *ibid.*), des *savoirs alternatifs* parce que produits par des non-scientifiques s'expriment dans les controverses. Sans remettre en question la puissance de l'expertise technoscientifique qui vise la meilleure façon de résoudre un problème technique, ne faut-il pas accorder une attention spécifique aux savoirs locaux, guidés par l'empirie, dans la construction de l'état scientifique de la QSVE ? Pour Simonneaux (2011b *ibid.*) ces discours situés et contextualisés « *ne constituent pas des savoirs permettant une généralisation pour en faire un modèle, une règle, une loi mais ces discours constituent un savoir lorsqu'il est intégré dans d'autres discours.* » (p 66). La légitimité scientifique (Alpe, 2006 *ibid.*) d'une référence à des savoirs savants (savoirs de référence, validés) n'en est pour autant pas altérée, elle trouve au contraire tout son sens dans ce que ces savoirs ont d'universel.

Il nous paraît réducteur d'opposer des savoirs scientifiques et/ou techniques, robustes à des savoirs fragiles, voire douteux parce qu'issus de producteurs non-académiques. L'accumulation d'une génération à l'autre de savoirs vernaculaires a permis aux humains de s'adapter à leurs milieux de vie bien avant que les évolutions industrielles et les technosciences n'exercent leurs effets. Les savoirs technoscientifiques et les savoirs locaux diffèrent par leur mode de constitution et leur visée, sans pour autant qu'une hiérarchie ne les distingue : les savoirs technoscientifiques à vocation universaliste d'une part sont établis à travers l'évaluation entre pairs « scientifiques » de questionnements de faits établis en laboratoire, quand les savoirs locaux d'autre part visent une application en contexte et s'appuient sur le partage d'observations empiriques situées. Les premiers n'excluent ni ne dominent les seconds. En outre, avec les QSVE, les sciences sont de plus en plus appelées à traiter de phénomènes (tels le changement climatique ou l'évolution de la biodiversité), qui ne relèvent pas du laboratoire. Les controverses entre scientifiques diffusent alors dans les débats

publics et les alimentent, et de nouvelles formes de productions de savoirs, alternatifs, se développent. Pour Pestre (2013) « *Les sciences ne sont qu'une des sortes de savoirs qui circulent dans l'espace public* » : ainsi des ONG de défense de l'environnement jouant le rôle de lanceurs d'alerte médiatisent des rapports qui ne revendiquent pas l'objectivité de savants prétendument exclus de leur objet d'étude et au raisonnement indépendant de toute intention, ces rapports au contraire visent explicitement à défendre une cause. Ils n'en sont pas moins recevables, utilisant un registre de preuve comparable à celui des sciences par la discussion de la fiabilité des faits et le croisement de leurs interprétations.

Interroger les savoirs à partir de faits sociaux ouvre la porte à l'interdisciplinarité, *a minima* entre sciences expérimentales et sciences sociales. C'est ainsi qu'est soulevée la question des indicateurs pertinents dans les contextes des QSVE. Ces indicateurs doivent être synthétiques : pour aborder la QSVE de la consommation mondiale de viande, il est utile de connaître à la fois les valeurs de consommation d'eau, d'énergie, d'intrants en général liée à la production de viande, les surfaces agricoles utilisées, et les apports de différentes viandes en nutriments, mais aussi les types de consommations traditionnelles, la démographie des différentes régions, leur niveau de développement économique. Les choix d'indicateurs⁵⁶ (à propos des ressources comme l'empreinte écologique, à propos du bien-être comme IDH indicateur de Développement humain, à propos des impacts comme l'*eco-indicator* etc.) ou d'indices synthétiques regroupant plusieurs indicateurs relèvent autant de perceptions subjectives que de données objectives. Les savoirs convoqués sont hybrides et impliqués socialement (Lange & Simonneaux, 2008), ils sont mis au service de projets politiques. C'est dans la pluralité des savoirs mobilisés et dans la cohérence de leurs articulations que nous chercherons la qualité des RSSD.

III.3.4.2 Construction de cohérence(s)

Il apparaît que les savoirs scientifiques, même lorsqu'ils sont stabilisés - et beaucoup ne le sont pas avec les QSVE - doivent composer avec un tissu de savoirs locaux qui leur préexistent ou sont en construction, et sont distribués entre différents producteurs non académiques. Un enjeu des RSSD est dans l'intégration de ces savoirs pluriels, au-delà de leur juxtaposition. Cela implique de ne pas entretenir une vision idéalisée de la science dont on attendrait qu'elle révèle une vérité permettant de clore les controverses, mais plutôt de

⁵⁶ Issue du champ de la sociologie, l'idée d'indicateur se propose d'élaborer des variables observables permettant de rendre compte d'une réalité non perceptible immédiatement (Lange & Simonneaux, 2008).

rechercher la mise en cohérence de savoirs pluriels pour déconstruire et reconstruire la complexité des situations en vue de l'action. Le point sensible consiste à dépasser la concurrence des savoirs que les adversaires en controverse cherchent à mobiliser et à faire valoir pour justifier leurs prises de positions. La question posée est celle du recevable plus que du vrai, dans le passage de la croyance ou de la pensée reçue à une pensée dialectique permettant de dépasser les *conflits de rationalité* (Lavelle, 2006 *ibid.*), rationalités dépendantes de différents domaines scientifiques, techniques, juridiques, économiques, éthiques, voire religieux. La construction d'*opinions raisonnées* (Lange & al., 2007 *ibid.*) procède de cette pensée dialectique. La cohérence des RSSD qui reconnaissent les tensions et visent à les rendre fertiles émerge dans les dialogues des savoirs.

Les RSSD ne se limitent pas à établir la recevabilité des arguments, la question posée par les QSVE est aussi, et surtout, celle de ce qu'il convient de faire ou de ne pas faire, en particulier en termes d'innovations technoscientifiques. Cette prise de décision qui demande une évaluation du bilan avantages/risques divise aussi bien les scientifiques que le grand public. A propos de tels dilemmes, nous nous référons avec Callon & al. (2001, *ibid.*), Boy (2007, *ibid.*), Fabre (2010) aux expériences de démocraties participatives telles que les *conférences de consensus*, permettant de penser une forme d'expertise ne se réduisant pas à la simple application de la science. Leur organisation implique la comparution de tous les experts qu'un panel de profanes juge bon de convoquer : représentants du monde académique et professionnel mais aussi militants associatifs, tous considérés comme détenteurs de savoirs utiles à l'intelligibilité de la controverse et à sa délibération. Divers acteurs sont reconnus comme *sachants* et « *le consensus ne peut être –comme pour la cité scientifique- fondé sur des arguments strictement scientifiques ou techniques.* » (Fabre, p 162). Dans ce processus d'autorisation (au sens d'Ardoino, 1993 : *rendre auteur*), la mise en cohérence des savoirs n'est pas fondée sur la seule rationalité scientifique et le RSSD devient autant le fait de profanes éclairés que d'experts mandatés⁵⁷.

Parce que reconnaître la possibilité à chacun d'être auteur, c'est aussi reconnaître la diversité des références mobilisées et des cohérences potentielles, une opération des RSSD retenue pour notre analyse sera l'agrégation des discours par la pluralité des savoirs mobilisés mais également par la recherche de la diversité des argumentations pouvant être construites.

⁵⁷ La théorisation de ce processus d'ouverture de l'expertise aux profanes a été réalisée par Callon et al. (2001) à travers le concept de *démocratie dialogique*, rendu possible par l'exploration des collectifs.

III.3.5 Incertitudes

Les savoirs impliqués dans les QSVE étant émergents, distribués et non stabilisés, le recours aux analyses de scientifiques spécialistes des champs disciplinaires ne permet souvent pas d'éliminer les incertitudes. Les RSSD, même s'ils ne visent pas à clore définitivement les controverses, doivent pourtant bien aboutir à des choix. La perspective de durabilité conduit à reconnaître l'incertain et ne pas exclure l'aléatoire. Pellaud, Giordan et Eastes (2007, *ibid.*) écrivaient à ce propos : « *Il n'y a que peu de temps que des notions telles que le « principe de précaution » sont évoquées, en vue d'une meilleure gestion des prises de décision dans des situations dont la complexité et l'incertitude ne permettent pas d'en appréhender toutes les conséquences.* » (p.7). Il s'agit de penser une expertise non pas seulement comme l'intégration des savoirs dans la prise de décision (Granjou, 2003 *ibid.*), mais intégrant aussi les incertitudes sans présupposer qu'elles puissent être éliminées. La question que les RSSD doivent résoudre est celle du seuil d'acceptabilité des risques, seuil défini par leur perception scientifique via l'approche probabiliste d'une part, et d'autre part leur perception sociale via la perception de vulnérabilité (Faucheux & Nicolai, 2005).

III.3.5.1 Perception des risques

Lange (2011) repère trois stades (le paradigme physique, le paradigme structurel, le paradigme de la réciprocité) dans l'histoire de la perception des risques environnementaux (d'après Magnan, 2009). D'une analyse mobilisant initialement les seules sciences dites exactes telles que la géophysique, l'approche est passée d'une organisation de la pensée dans un *paradigme physique* à un *paradigme structurel* dans les années 1980. Le modèle de gestion des risques, définis comme le produit de l'impact par la probabilité de l'aléa repose sur la délégation à des experts (en sciences de la nature et en sciences humaines et sociales) à qui il est demandé de procéder à une évaluation de la probabilité de l'aléa comme des enjeux pour éclairer ensuite la décision publique. Mais « *Ces approches se sont finalement avérées insuffisantes pour expliquer les différences de vulnérabilité apparues entre groupes humains confrontés à des aléa équivalents.* » (Lange, p 151). Car le niveau de connaissances scientifiques ne présage pas du niveau de compréhension des risques (Simonneaux, 2000 à propos des risques biotechnologiques). Les perceptions des enjeux, les confrontations des alternatives et les propositions d'actions se définissent en référence aux représentations des interdépendances socio-écologiques (Mathevet, Lepart, & Marty, 2013, p. 12). Les recherches portant sur la perception des risques montrent que les profanes ont une perception plus complexe des risques que les experts, en y intégrant des critères qualitatifs : ils s'intéressent

plus à la nature des conséquences qu'à leur probabilité (Marris, 1999). Avec le début du 21^{ème} siècle se développe l'analyse dynamique, prenant en compte l'histoire des situations et des temps longs (Bidou & Droy, 2009), des réciprocitys entre probabilité des aléas et sentiment de vulnérabilité⁵⁸, considérant ce sentiment comme le résultat de la relation de l'homme au territoire.

III.3.5.2 Prise en charge des incertitudes

Nous avons vu que l'importance de l'identification des risques et des incertitudes est soulignée par Simonneaux & Simonneaux (2009a, *ibid.*) dans la perspective d'élargir le raisonnement socioscientifique à la durabilité. Passée l'illusion de solutions technoscientifiques engendrant un *risque zéro*, l'évaluation des risques est devenue un enjeu sociétal fondamental (Beck, 1986/2008 *ibid.*). Si les RSSD visent la réduction maximale des risques, cela ne rend pas automatique la réduction des incertitudes. On peut percevoir l'incertitude comme un problème temporaire qui se résoudrait lorsque la science aura produit les savoirs suffisants, qui ne résisterait pas à une recherche objective. On peut aussi espérer la réduire par la construction de consensus à partir de panels d'experts qui établissent un jugement collectif. Mais la plupart des incertitudes ne disparaissent pas en faisant davantage de recherches. Au contraire, elles sont un coproduit des savoirs car les outils qui servent à détecter les risques et les évaluer sont de plus en plus sophistiqués, basés sur des suppositions, des modèles ou des extrapolations.

La reconnaissance des incertitudes dans l'acceptabilité du risque est la question que la PNS aborde. Nous avons vu (cf. I.4.3) qu'elle élargit l'expertise aux profanes, au-delà des communautés de spécialistes. La collégialité de l'expertise nécessite la construction conjointe de preuves *tangibles*. Une preuve tangible résiste aux variations perceptuelles, instrumentales et argumentatives auxquelles la soumettent des acteurs dotés de représentations et d'intérêts divergents (Chateaufreynaud, 2004). Les RSSD ne suivent alors ni une logique déductive (partant de lois universelles pour aller vers des explications ou des prédictions), ni une logique inductive (qui partirait des observations pour élaborer des théories universelles), mais procèdent d'une démarche abductive (d'après Chalmers, 1987), en ce qu'ils visent l'élaboration d'une structure d'intelligibilité d'un système d'observation complexe dans un contexte déterminé. Leur construction nécessite plusieurs opérations complémentaires : la

⁵⁸ La vulnérabilité peut être entendue (Bidou & Droy, 2009 cités par Lange 2011) comme les caractéristiques et la situation d'une personne ou d'un groupe qui influencent leurs capacités à anticiper, faire face, résister et se rétablir après l'impact d'un aléa.

pondération des discours, l'identification des domaines d'ignorance, la référence à un contexte d'usage. Nous avons abordé avec la dimension *problématisation* l'opération consistant à prendre en compte les intérêts de chaque partie prenante : elle correspond à l'expression du scepticisme observée dans les RSS par Sadler & al (2006, *ibid.*) vis-à-vis d'informations qui peuvent être biaisées. Dans la dimension *incertitude*, nous nous attacherons plus particulièrement aux rapports développés à deux types de savoirs : le *savoir Engagé* et le *savoir Contextualisé* (Simonneaux, 2011, *ibid.* p 89/90). Le savoir Engagé est celui avancé dans les controverses, qui questionne les risques éventuels et les incertitudes sur les changements que les savoirs scientifiques peuvent induire dans la société et l'environnement. Nous suivrons l'opération d'évaluation de ces savoirs engagés par le recours à différentes sources. Le savoir Contextualisé, interdisciplinaire voire a-disciplinaire, est celui qui reconnaît les acteurs locaux comme producteurs non-académiques. Produit par les *Sciences de terrain* (Stengers, 1993 *ibid.*), il valorise les vérifications empiriques des productions scientifiques dans des situations définies. Nous suivrons donc aussi la prise en compte des éléments de contexte pour évaluer les incertitudes et réduire les risques.

III.3.6 Valeurs

Les QSVE occasionnent des choix éthiques dans la promotion de formes d'actions collectives, et même si les valeurs ne sont pas toujours explicitement exprimées, la perspective de durabilité donne une dimension idéologique aux RSSD. Par leur fonction d'aide aux choix, les RSSD ne peuvent se limiter à apporter une réponse unique, ils émergent au contraire de délibérations à propos de différentes options, influencées par des valeurs individuelles, voire des choix de société. Leur développement nécessite l'épochè, c'est-à-dire la suspension provisoire du jugement, qui est nécessaire à l'effort de pensée permettant de dépasser les oppositions entre opinions, pour trouver les complémentarités et comprendre les interdépendances. Car les RSSD sont constructifs lorsqu'ils reconnaissent que des éléments présentés comme antagonistes (science/opinion, ou homme/nature) ont parties liées, qu'ils doivent être distingués sans être séparés, reliés sans être confondus. Il s'agit, comme avec la reconnaissance de la pluralité des savoirs, de substituer la dialectique au dualisme dans la reconnaissance et la considération des valeurs engagées.

III.3.6.1 Des valeurs à considérer

Wintz (1995) a analysé les représentations de la nature dans trois groupes sociaux⁵⁹ impliqués dans une QSVE, le projet de transformation en cultures de maïs des prairies inondables du *ried alsacien*⁶⁰ situé entre l'Ill et le Rhin. Dans cette controverse, pour les agriculteurs « *la nature est un tout, un ensemble dans lequel vivent et travaillent les gens* », une nature produite par les hommes ; pour les protecteurs de la nature « *la nature c'est la vie sauvage, l'ensemble des choses pas influencées par l'homme* », une nature sans les hommes ; pour les pêcheurs, la nature est un espace sauvage mais néanmoins contrôlé et géré. Ainsi, des ensembles de valeurs constituent des systèmes sous-jacents aux conceptions, systèmes associant par exemple ici la valeur de la nature et celle du progrès : nature maîtrisée à étudier et à dominer grâce au progrès scientifique, nature sacrée à préserver de la modernité au nom de sa valeur suprême, nature ressource à exploiter via une gestion optimisée par l'amélioration des techniques. Ce premier exemple montre que les valeurs attribuées à la nature (nature-objet d'étude des scientifiques, nature-sacrée des militants pour sa protection, nature-patrimoine des gestionnaires de l'aménagement des territoires, etc.) influencent les conceptions de la relation de l'homme à son environnement et sont ainsi centrales dans les QSVE.

Un deuxième exemple, emprunté à Clément & Caravita, (2011, pp 43-45) montre l'influence des appartenances à un groupe social sur les conceptions. Ces auteurs ont analysé la diversité de conceptions des questions relatives à l'environnement par des enseignants interrogés dans dix-huit pays⁶¹ (projet Biohead-Citizen). Ils observent que cette diversité peut être corrélée aux pratiques religieuses, quelle que soit la nationalité des enseignants questionnés. Plus l'enseignant questionné se déclare pratiquant et plus il exprime une conception anthropocentrique des relations homme-nature en considérant que la planète a des ressources illimitées. Cette conception est autant liée à la pratique du christianisme que de l'islam. Or, ces deux religions ont en commun (avec le judaïsme) une valeur forte : la singularité de l'homme dans le monde vivant, valeur que les animistes ne partagent pas puisque, pour eux, tout être est doté d'un principe spirituel propre. Dans les religions monothéistes inspirées de l'ancien testament, l'homme est créé à l'instar des autres êtres

⁵⁹ Les sociologues définissent un groupe social comme un ensemble d'individus unis par au moins une caractéristique commune (culturelle, historique, ethnique, religieuse, etc.), ayant un sentiment d'appartenance, et reconnu par la société.

⁶⁰ Prairies en zone inondable

⁶¹ Treize pays européens ont été choisis à cause de leur diversité géographique (du nord au sud, de l'est à l'ouest), économique, politique, sociale et culturelle et cinq pays non européens, rattachés à la francophonie (Sénégal, Maroc, Algérie, Tunisie et Liban).

vivants mais à l'image de Dieu, et est appelé par Dieu à dominer la nature : « *Croissez et multipliez-vous ; remplissez la terre et assujettissez-la ; et dominez sur les poissons de la mer, sur les oiseaux du ciel, et sur tout animal qui se meut sur terre ...* » (Genèse, chapitre I, 26-28).

Nous retiendrons de ces deux exemples l'importance de considérer la prégnance des valeurs dans les conceptions individuelles, filtres interprétatifs de la réalité. Il apparaît alors pertinent d'examiner l'expression de l'adhésion à des systèmes de valeurs et leur influence dans les RSSD. L'opposition des valeurs procède de la pensée duale et peut transformer des questions controversées en questions conflictuelles.

Worster (1994) oppose une écologie *arcadienne* pour laquelle les modes de vie devraient s'accorder avec le fonctionnement de la nature, à une écologie *impérialiste* soucieuse de la seule optimisation de l'exploitation des ressources naturelles. Ainsi, en France, la protection de la nature est-elle souvent perçue comme une atteinte au droit de propriété (Lévêque, 2001*ibid.*). La difficulté est de concilier une diversité de valeurs (propriété et liberté individuelle, responsabilité et principe de précaution, esprit entrepreneurial, respect du vivant et de la biodiversité, fascination pour la technologie...). L'opposition relevée par Worster est le résultat de la double influence de la pensée de Jonas (cf. I.1) et celle des religions citées dans l'exemple plus haut, qui posent comme un fait la séparation de l'homme et la nature. Nous avons vu qu'une alternative à ce type d'impasse est de considérer l'homme comme à la fois issu de la nature en tant qu'espèce, et capable en tant qu'individu social de la transformer par son développement culturel. Lévêque (2001 *ibid.*) illustre la difficulté à se détacher de l'idée de milieux naturels avec l'exemple de la Camargue, haut lieu de la nature sauvage pour beaucoup de Français, qui est en fait un milieu totalement artificiel lié à l'industrie du sel et aux pratiques agricoles, dont l'hydrologie est régulée par l'entretien de digues. Il ne s'agit pas d'être pour ou contre le progrès des technosciences, mais de déterminer collectivement l'usage qu'on en fait. Une approche dialectique peut ainsi se construire, qui vise non pas un équilibre stable entre les systèmes écologiques et les activités socio-économiques, mais l'adaptation dynamique des sociétés aux changements environnementaux (Janssen & De Vries, 1998). Cette approche, à laquelle nous adhérons, se démarque de la *deepecology* et procède de *l'écologie régulatrice* (Bourg, 1996) pour laquelle la préservation de la qualité de l'environnement peut se faire de manière efficace dans les institutions actuelles via de nouvelles régulations collectives, et dans laquelle la diversité des valeurs culturelles constitue un atout.

III.3.6.2 Des valeurs à expliciter

Les dimensions économiques, juridiques, éthiques, sociales des questions socio-scientifiques sont tout aussi importantes que les aspects scientifiques (Kolstø, 2005 cité par Molinatti, 2007 *ibid.*), car la séparation des contenus de la science de leurs implications sociétales est un divorce artificiel (Aikenhaid, 2005). Ainsi, avec Tutiaux-Guillon (2011 *ibid.*), nous estimons que le concept de DD est centré sur les relations société-économie-environnement-valeurs.

Précisons ici le sens que nous accordons au terme de valeurs, tant il est variable selon les contextes et les auteurs. Nous les entendons comme les principes influençant les processus opératoires qui fondent le jugement. Pour Guillot (2000, cité par Reynaud, 2008) « *une valeur est un principe fondateur et régulateur de l'exercice du jugement et des actions conduites par les membres d'une communauté* ». Reynaud (2008, *ibid.*) les assimile à des représentations hautement investies affectivement par les individus. Ces principes fondateurs du jugement résultent de l'association de connaissances et de croyances personnelles avec des normes sociales. Mais le respect de normes sociales (ce qu'il *faut* faire, ce que l'on *doit* faire) est différent de l'opération de réflexion sur son comportement passant par un questionnement de l'expérience individuelle et de la mémoire collective. L'attribution d'une valeur bonne ou mauvaise, à un fait, un comportement, une action est presque toujours implicite. A l'instar d'un contrat que l'on cite lorsqu'il est rompu, les valeurs ne s'expriment que lorsque quelque chose s'y oppose, quand elles sont heurtées. Elles renvoient à ce que l'individu tient pour sacré. Le sacré pouvant être d'ordre religieux ou relever de l'identité culturelle, parmi les valeurs impliquées dans les RSSD peuvent figurer par exemple celle du respect de la nature, de la liberté de prendre des risques, de l'autorité de la science. Dans le processus de prise de décision, les approches déontologiques (basées sur l'idée qu'une action peut être moralement bonne ou mauvaise) viennent ainsi compléter les approches téléologiques (qui s'intéressent aux finalités et aux conséquences). Or avec les QSVE, les valeurs ont d'autant plus d'importance pour les individus qu'elles leur procurent des repères stables face à un avenir incertain, dans des contextes différents, dans un environnement changeant. Ceci explique sans doute pour grande partie la vivacité des controverses, mais aussi pourquoi les rationalités techniques qui semblent éviter les débats éthiques sont privilégiées. Les valeurs ne sont pas toujours faciles à expliciter, les principes questionnés sont moins mis en danger lorsqu'ils ne sont pas exposés. Pourtant, Zeidler & Sadler, (2007) insistent sur l'importance de l'authenticité des contextualisations de SSIs en milieu scolaire car ils observent que

l'argumentation et les raisonnements se développent lorsque le sacré mis en cause est perçu. L'explicitation des valeurs dans une argumentation qui propose de bonnes raisons d'y adhérer, constituent une opération importante des RSSD.

III.3.6.3 Des valeurs à questionner

La fonction des normes sociales et de la morale, (la morale étant entendue comme l'ensemble des devoirs et règles de conduite relatifs au bien et au mal qu'une société se donne et qui s'impose autant à la conscience individuelle qu'à la conscience collective), est d'organiser un *vivre ensemble* reconnaissant la diversité des valeurs. Pourtant, la soumission à une autorité ou à des systèmes de valeurs érigés en doctrine ne constituerait qu'un raisonnement très limité. Comment analyser la prise en compte des valeurs dans les RSSD ? L'autonomie de la formation des jugements moraux a été explorée par Kohlberg. Lorsqu'il a commencé ses travaux, Piaget distinguait déjà chez l'enfant le stade où les règles morales sont considérées comme absolues et immuables, stade précédant la prise de conscience de la possible participation des individus à la définition de ces règles. En soumettant des dilemmes éthiques⁶² à des enfants et adolescents de différents âges issus de différents milieux socio-culturels et de différents pays, Kohlberg a décrit la formation de la pensée morale au-delà de l'obéissance à l'autorité. Elle passe par une succession d'étapes (Kohlberg, 1963), depuis le premier stade (la *peur du gendarme*) où le jugement est externe, à l'individualisation et la diversification de la perception du bien guidée par les relations empathiques, puis à une moralité conformiste avec le consentement de la nécessité d'une loi pour maintenir l'ordre social, et enfin jusqu'aux stades fondés sur un travail de pensée autonome, où les individus s'autorisent un pas de côté par rapport à la société dans laquelle ils vivent et se posent la question de ce qu'est une société juste. A ce niveau *post-conventionnel*, l'éthique (en tant que recherche d'idéal de société et réflexion sur les valeurs guidant les comportements à adopter) a priorité sur la morale et la loi. La description de ces stades de développement permet d'explorer les conditions entraînant le développement du raisonnement moral autonome.

⁶² Parmi ces dilemmes éthiques, *Heinz Steals the Drug* est le plus connu: *In Europe, a woman was near death from a special kind of cancer. There was one drug that the doctors thought might save her. It was a form of radium that a druggist in the same town had recently discovered. The drug was expensive to make, but the druggist was charging ten times what the drug cost him to make. He paid \$200 for the radium and charged \$2,000 for a small dose of the drug. The sick woman's husband, Heinz, went to everyone he knew to borrow the money, but he could only get together about \$ 1,000 which is half of what it cost. He told the druggist that his wife was dying and asked him to sell it cheaper or let him pay later. But the druggist said: "No, I discovered the drug and I'm going to make money from it." So Heinz got desperate and broke into the man's store to steal the drug-for his wife. Should the husband have done that?* (Kohlberg, 1963, p. 19)

Kohlberg insiste sur l'importance des négociations et des désaccords. Les expériences sociales stimulent des processus cognitifs intra-personnels qui conduisent à des examens plus minutieux des valeurs engagées. Dans la réception des arguments et le jugement de leur qualité, (Berkowitz, 1997) souligne le rôle des émotions sur le plan psychologique, et considère que les processus de réception des arguments ne relèvent pas de la seule rationalité. Dans le champ de la didactique des sciences, des chercheurs comme Jiménez-Aleixandre et Pereiro-Munoz (2002) font l'hypothèse que les connaissances scientifiques permettent de peser les avantages et désavantages des différentes options disponibles relativement à un dilemme socio-scientifique donné. Nous avons vu que le concept d'opinion raisonnée évite de s'enfermer dans une opposition de ces deux approches qui en réalité sont complémentaires.

Zeidler et Sadler (2005) proposent de rendre compte de la diversité des argumentations d'étudiants à propos de questions autour de la thérapie génique et du clonage humain sans considérer que la prise en compte des émotions est irrationnelle. Ces auteurs distinguent le raisonnement de type rationnel basé sur la logique, le raisonnement de type émotif caractérisé par l'empathie plus que par la dissection des arguments (*“Emotive informal reasoning can be described by a care perspective in which empathy and concern for the well-being of others guided decisions or courses of action.”*, p 122), et le raisonnement de type intuitif qui exprime l'indignation (*“Intuitive informal reasoning was based on an immediate reaction to the context of a particular scenario. Intuitive informal reasoning was the result of a ‘gut-level’ reaction or feeling [...]”* p 123). Ils observent que les éléments affectifs sont fréquemment introduits dans les raisonnements et façonnent les prises de positions finales. L'argumentation est analysée par ses auteurs dans sa structure afin de ne pas émettre de jugements sur les valeurs défendues. Travaillant avec deux groupes d'étudiants ayant une compréhension soit faible soit élevée de concepts de génétique, Zeidler et Sadler n'observent pas de différences entre les deux groupes quant à la mobilisation des trois types de rationalités. Le raisonnement logique n'est pas mobilisé à propos des seuls arguments scientifiques mais aussi pour les arguments moraux, et le raisonnement intuitif est souvent suivi par des raisonnements de type rationnel ou émotif argumentant les réactions immédiates. Il n'y a pas de type de rationalité qui puisse exclusivement définir la manière dont un individu s'engage, les trois sont intégrés. En termes de reconnaissance de contre-arguments et de formulation de réfutations, les auteurs n'observent pas de différence d'effets entre ces trois types de rationalité.

En prenant appui sur ces résultats, nous observerons dans notre analyse des RSSD d'une part la prise de conscience des valeurs engagées et de leur diversité, d'autre part

leur discussion en termes de principes éthiques et le niveau de méta-réflexivité permettant d'établir une hiérarchie des valeurs fondant une prise de position.

III.3.7 Gouvernance

La conception éco-centrique d'une *nature-sujet*, dans laquelle l'homme ne peut se prévaloir d'aucun privilège sinon celui de la conscience d'un monde qui se dégrade s'oppose à la conception anthropocentrique d'une *nature-objet* maîtrisée par la science, réservoir de ressources et prestataire de services éco-systémiques. Penser une écologie régulatrice permet de dépasser le dualisme naturel/artificiel dans une perspective proactive de *nature-projet* (Ost, 1995) en ouvrant le champ des réflexions aux interrelations entre les sociétés humaines et les milieux dans lesquels elles vivent. Lorsque l'environnement est considéré dans ses composantes physiques mais aussi socio-économiques, symboliques et éthiques, ni comme un paradis perdu ni comme un simple objet d'étude mais comme un projet de société, les frontières qui séparent science et politique, experts et profanes, citoyens et décideurs s'estompent. Les responsabilités des scientifiques et les pouvoirs des citoyens sont nécessairement impliqués dans cette réflexion (Deléage, 1994). Les conditions d'une gouvernance sont à penser en posant les questions du type d'acteurs impliqués dans les prises de décision et de leurs modes d'interactions.

III.3.7.1 Gestion des biens environnementaux

L'acquisition de ressources naturelles et la transformation des milieux par l'homme dépendant des systèmes économiques, la relation économie/écologie occupe une place centrale dans les RSSD. Les stratégies économiques et écologiques s'organisent pourtant *a priori* sur des dynamiques différentes. La dynamique économique de la production et de la vente s'appuie sur une situation où les produits sont d'abord rares et chers, puis grâce aux investissements et aux économies d'échelle résultant d'une augmentation de la demande, deviennent progressivement plus abondants et meilleur marché. L'utilisation des ressources naturelles implique la logique inverse : l'augmentation de leur consommation au-delà d'un certain seuil les conduit à devenir rares et chères (Dobson & Lynes, 2008). Le rôle supposé re-distributif de la croissance économique n'est pas une évidence (Beckerman, 1994). Il repose sur l'idée selon laquelle les richesses créées par l'exploitation des ressources permettent le développement et par là aussi la préservation de la qualité environnementale lorsque le niveau de vie moyen s'améliore. Pourtant, un problème des pays industrialisés est bien le « mal-développement » caractérisé par de fortes inégalités sociales et régionales et par

le gaspillage d'une partie importante des richesses produites. L'étude de Rodrigues, Ewers, Parry, Souza, Verissimo & Balmford, (2009) fournit en outre une illustration de la relation non-directe entre exploitation des ressources et amélioration des conditions de vie humaines, en montrant le développement non-durable en Amazonie par le suivi de l'évolution de l'IDH selon le taux de déforestation : à partir d'un seuil, l'IDH cesse d'augmenter, puis diminue avec l'augmentation de la déforestation. Les effets écologiques et économiques des choix techniques dépendent des capacités d'adaptation des acteurs, et de la relation qu'ils définissent entre gains individuels et bénéfiques collectifs.

La gestion du *capital naturel* considéré comme un bien commun est en débat. Pour les tenants de la *soutenabilité faible*, la nature a valeur instrumentale, le progrès technique est là pour réparer les potentiels dommages et les problèmes environnementaux pourront être résolus par une meilleure allocation des ressources économiques. Dans cette logique qui est celle du *marché efficient* (cf. I.2), les possibilités de substitutions entre capital artificiel (richesse créée) et capital naturel sont potentiellement infinies. Dans l'hypothèse de la *soutenabilité forte*, les écosystèmes et les *actifs environnementaux* sont au contraire définis comme un capital critique qu'il convient de préserver en raison des services fondamentaux qu'ils rendent, ainsi que de leurs valeurs de non-usage, uniques et irremplaçables. Les services éco-systémiques (le stockage de carbone par exemple) sont les bénéfiques que les hommes tirent des écosystèmes. Le *Millennium Ecosystem Assessment* (PNUE, 2005)⁶³ en a identifié quatre catégories : les services support, les services d'approvisionnement, les services de régulation, les services culturels et sociaux. L'économie de fonctionnalité, rétribuant l'usage d'un bien plutôt que son acquisition, pourrait mieux concilier logique entrepreneuriale et logique écologique (Couvê & Teyssède-Couvê, 2010 *ibid.*). Mais la valeur économique d'un bien environnemental est délicate à estimer tant elle est fortement dépendante du regard des sociétés, car aux valeurs d'usage des écosystèmes (productions directes de potentielles ressources et fournitures indirectes de services) s'ajoutent des valeurs de non-usage (Gozlan & Thomas, 2009) conjecturelles. Parmi elles, on trouve la valeur d'existence qui témoigne de l'importance accordée à une ressource (la somme qu'une société serait prête à engager pour sa conservation, même si elle ne l'utilise pas), la valeur d'option qui traduit d'éventuels usages ultérieurs (par exemple pour l'industrie pharmaceutique), la valeur « de legs » qui correspond à la volonté de transmettre l'écosystème et ses potentialités aux générations futures en se préoccupant par exemple des extinctions d'espèces.

⁶³ Disponible sur <http://www.unep.org/maweb/en/synthesis.aspx>

III.3.7.2 Responsabilité collective et individuelle vis-à-vis des biens environnementaux

Les biens tutélaires tels que l'éducation ou la santé sont les biens communs dont chacun peut profiter et qui sont jugés si importants que les pouvoirs publics mettent en avant leur droit de tutelle sur les citoyens, au nom de l'intérêt général qu'ils représentent. Jusqu'où cette tutelle des états, agissant à la manière d'un adulte se substituant à la volonté d'un enfant pour décider de ce qui est souhaitable pour lui, peut-elle s'exercer dans la gestion des socio-écosystèmes ? « *Il ne suffit pas de proclamer que nous habitons un village global pour que les imaginaires et les solidarités soient partagés.* » (Audigier, 2011, *ibid.* p 11). La définition d'un futur commun (*Our common future*, Brundtland 1987) est en permanence à négocier, puisque la notion de bien commun entre en tension avec celle des droits individuels issus des révolutions anglaise, américaine et française des 17^{ième} et 18^{ième} siècles. Dans la philosophie libérale, permettre aux individus de s'autodéterminer est la seule façon de les respecter en tant que personnes morales à part entière, alors qu'avec l'état-providence (comme dans le *new deal* américain des années 1930) caractérisé par ses multiples interventions dans différents domaines (éducation, santé, services sociaux, etc.), les droits civils ne sont pas réservés aux individus mais davantage appliqués aux collectivités (Duchastel, 2000 cité par Jobin, 2011). Dans les démocraties représentatives, ce sont idéalement les citoyens qui déterminent quelle politique de gestion des biens communs est conforme à l'intérêt général et entre dans la responsabilité tutélaire de l'Etat, qui s'expriment aux élections, et c'est la majorité qui tranche. Mais dans l'actuel contexte néo-libéral, marqué par l'individualisme et la limitation des possibilités de régulations politiques (Lipovetsky & Charles, 2004) due par exemple à l'obligation des gouvernements à respecter leurs engagements avec leurs partenaires commerciaux à l'échelle planétaire, l'érosion du sens du bien commun est au cœur de la crise de légitimation des démocraties libérales (Forquin, 2003).

La dialectique entre intérêt personnel et intérêt collectif s'exprime à l'échelle des individus dans le sentiment de responsabilité vis-à-vis des biens communs. A la fois égo-citoyens et éco-citoyens, nos actes au quotidien ne sont pas tous en cohérence avec nos pensées plus ou moins militantes. D'après Carlot (2005a), chaque personne se construit selon deux temporalités qui interagissent : le vécu immédiat d'une part, et le perçu lointain d'autre part. Avec la métaphore des deux faces de Janus Bifrons - dieu italique et romain des commencements qui a le don de la double science du passé et du futur, toujours représenté avec deux visages, l'un jeune et l'autre âgé, Carlot illustre la cohabitation de deux aspects

d'une même personnalité en chacun de nous : l'individu *acteur-consommateur* prioritairement égocentrique et à la recherche d'un meilleur bien-être se confronte au citoyen plus ou moins convaincu de ses responsabilités sociales, le *penseur-militant* qui cherche à se projeter aux échelles de la planète et dans la temporalité des générations. C'est donc aussi à l'échelle individuelle que s'exprime une contradiction fondamentale. L'individu, « *parce qu'il adhère au noyau dur des valeurs démocratiques issues des Lumières, se trouve tenaillé entre une volonté d'indépendance, d'autonomie, de consommation pour plus de plaisir et une montée en puissance d'un sentiment d'angoisse vis-à-vis de sa santé, et de l'état de la planète, en particulier son état environnemental* » (Lange & Victor, 2006, p 91).

III.3.7.3 Options culturelles vis-à-vis des politiques des biens communs environnementaux

Les RSSD doivent affronter cette contradiction et discuter la vulnérabilité du mode de développement des sociétés que Lipovetsky & Charles (2004, *ibid.*) nomment *hypermodernes*. Constatant que les régulations sociétales des innovations technologiques ne prennent très souvent places que lorsque les premières victimes deviennent des lanceurs d'alerte, donc *a posteriori*, Pestre (2013 *ibid.*) suggère une alternative à l'approche classique consistant à appliquer les préconisations d'experts : organiser des débats ouverts aux avis les plus extrêmes permettant d'exprimer toutes les questions soulevées par les risques et d'engager, *a priori*, des recherches par des laboratoires indépendants. Elargir les RSS à la perspective de durabilité, c'est poser la question du collectif, construire des positionnements politiques vis-à-vis des biens communs, penser les institutions républicaines et l'engagement, dans une dialectique entre les individus et les institutions sociales.

L'analyse culturelle de la perception des risques par Douglas et Wildavsky (1983) et la théorie culturelle de Thomson, Ellis, & Wildavsky (1990) établissent que le sentiment de responsabilité environnementale est lié à la conception des relations sociales. Les individus se répartissent en quatre *idéaux-types* (individualistes, fatalistes, égalitaristes et hiérarchistes) en fonction de deux gradients : leur sentiment d'appartenance à un groupe d'une part, leur adhésion aux règles d'interactions sociales d'autre part. Douglas (1986) montre que les conceptions des relations sociales conditionnent des conceptions plus générales du monde et de la nature, elle identifie les différentes perceptions de la nature et des risques entre les quatre idéaux-types. Les *individualistes* estiment que la nature est robuste, ne s'inquiètent pas des limites à la résilience des écosystèmes et sont donc preneurs de risques. Les *fatalistes* (Douglas les nomme aussi *exclus*) qui ne s'intègrent pas facilement dans la société, ont à l'opposé une conception de la nature comme étant capricieuse et imprévisible ; ils sont

disposés à la prise de risques environnementaux par fatalisme. Pour les *égalitaristes-écologistes* qui conçoivent une nature fragile et à protéger, les risques technologiques sont redoutables. Les *hiérarchistes* estiment que la robustesse de la nature s'arrête à un seuil d'irréversibilité, ils limitent au maximum les prises de risques. Prolongeant ces travaux, (Gunderson et Holling, 2001 *ibid.*) dégagent une typologie des options culturelles vis-à-vis des politiques environnementales, et montrent par exemple que les individus au faible sentiment d'appartenance à un groupe social (individualistes et fatalistes) ont une aversion pour le principe de précaution et préfèrent les actions politiques du type incitations individuelles, alors que ceux dont le sentiment d'appartenance à un groupe est fort ont une aversion pour les incitations individuelles et privilégient les régulations par la négociation.

III.3.7.4 Construction d'espaces démocratiques

L'enjeu de la politique, rappelle (Latour, 2003, *ibid.*) est de composer un monde commun. Parce qu'il ne peut exister de citoyenneté sans espaces de pratiques citoyennes, l'appropriation de l'enjeu politique des QSVE implique une réflexion sur la construction de ces espaces dans lesquels les individus et les groupes sociaux se reconnaissent et sont reconnus. Il s'agit, dans la réflexion sur la gouvernance, de placer le curseur des régulations politiques souhaitées dans un espace à deux dimensions défini par deux axes : celui des rapports de pouvoirs entre acteurs individuels et acteurs collectifs (Audigier, 2011 *ibid.*), et celui du rapport à la hiérarchie et aux normes des institutions sociales. Le rapport acteur individuel-acteur collectif oriente les dispositifs de régulation dans un gradient entre le pôle des incitations des individus et celui des consultations collectives ; le rapport aux hiérarchies et aux normes sociales structure un gradient des régulations politique entre le pôle des lois et dispositifs injonctifs s'imposant aux individus et celui donnant le primat aux autodéterminations et négociations, pôle de la démocratie délibérative⁶⁴ (Girard & Le Goff, 2010).

Le tableau ci-dessous présente pour chacune des six dimensions les critères d'analyse des niveaux d'approfondissement des RSSD :

⁶⁴ « La démocratie participative affirme que la prise de décision ne doit pas être réservée aux seuls élus et experts. [...] La démocratie délibérative insiste quant à elle sur l'idée que les décisions doivent être prises par la délibération. [...] La participation ne suffit pas. Si des informations fausses ou des considérations égoïstes s'imposent sans être contestées, elle ne peut empêcher que des prises de décision injustes soient prises. La délibération aide à réduire ce risque, en contraignant chacun à justifier sa position devant tous et en lui permettant de contester celles qui lui paraissent inacceptables. C'est un processus coopératif et conflictuel de recherche du bien commun. » Propos de Charles Girard recueillis par Jean Birnbaum, Le Monde, 17 septembre 2010.

Tableau III-1 : Six dimensions d'analyse des RSSD construits

Dimensions	Niveaux d'approfondissement des raisonnements
Problématisation	Les différents volets (environnementaux, sociaux, économiques) de la situation sont-ils abordés selon différentes perspectives ? La graduation des niveaux prend en compte la complexité dans la construction du problème.
Interactions	La graduation des niveaux prend en compte la complexité dans la dynamique des interactions aux différentes échelles sociales, temporelles, spatiales
Savoirs	Différents savoirs (académiques, vernaculaires, professionnels, médiatiques) sont-ils mobilisés ? Nous observons les niveaux de leurs articulations.
Incertitudes et risques	Les conditions de validité des savoirs et les risques technoscientifiques sont-ils saisis ? La graduation prend en compte l'expression de doute épistémologique et la nature contextualisée des conclusions.
Valeurs	les valeurs et principes impliqués sont-ils reconnus, discutés ? Nous observons leurs niveaux de clarification et d'explicitation.
Gouvernance	Comment les relations entre les intérêts des parties prenantes sont-elles considérées au niveau de différentes institutions sociales (groupes familiaux, groupes de pairs, groupes professionnels, institutions, nations...). La graduation prend en compte la discussion de la participation des divers groupes sociaux aux procédures régulatrices.

III.3.8 Progression des approfondissements dans les différentes dimensions

La cohérence de l'analyse des niveaux d'approfondissements du RSSD entre les six dimensions est inspirée de la typologie de Perry (Perry, 1970/1998). Perry a examiné la façon dont des étudiants américains ayant parcouru entre 1960 et 1970 un premier cycle dans les universités américaines Harvard et Radcliff décrivent leurs expériences et les transformations de leurs rapports aux savoirs. Il décrit ces évolutions comme un voyage - *an intellectual*

Pilgrim's Progress (avec neuf étapes, neuf visions du monde) dans l'incertitude des nouveaux apprentissages, au cours duquel les étudiants rencontrent de multiples opinions, de multiples contextes et argumentations à analyser, qui les font cheminer de la croyance absolutiste en l'autorité à l'affirmation de leur pensée propre.

Moore (2002) propose de regrouper ces étapes en quatre grandes catégories : le dualisme, la multiplicité, le relativisme contextuel, et l'engagement au sein du relativisme. Avec le dualisme (étapes 1 et 2 de Perry) l'autorité (des parents, des enseignants, de l'église) est incontestée et le monde est organisé entre ceux qui disent vrai, qui ont raison et les autres. Dans la catégorie « multiplicité » (étapes 3 et 4) émerge la conscience de l'incertitude : entre le vrai et le faux se situe ce que l'on ne sait pas encore mais pour lequel il existe sûrement des moyens rigoureux de trouver les « bonnes réponses » (position 3). En position 4, le « pas encore connu » devient une nouvelle certitude « nous ne saurons jamais vraiment ». Le passage au relativisme contextuel (position 5 et au-delà) est la transformation fondamentale d'une vision du monde comme essentiellement dualiste, malgré un nombre croissant d'exceptions à la règle dans des situations particulières, à une vision d'un monde relativiste : l'acte de pensée est reconnu comme étant l'adoption d'un point de vue. Puis dans la catégorie « Engagement au sein du relativisme » (positions 6-9) se développent l'exercice du doute, les choix réfléchis parmi les alternatives, la clarification et l'affirmation de sa propre identité.

En nous inspirant de cette progression, nous définissons quatre niveaux d'approfondissement des dimensions du RSSD :

- Au niveau 1, la bonne réponse à la QSVE, considérée unique, est recherchée.
- Au niveau 2, différents savoirs, positions, valeurs sont identifiés, juxtaposés, décrits, mais sans chercher à les intégrer.
- Au niveau 3, de nombreux éléments sont identifiés, un besoin d'intégration des savoirs, des volets de la situation (environnementaux, sociaux et économiques) et des valeurs est exprimé, ainsi que la nécessité de la participation des différentes parties prenantes à la recherche de solutions. La cohérence privilégie cependant un seul volet de la QSVE.
- Au niveau 4, le savoir est perçu comme complexe, pluriel, contingent, contextualisé. Il est reconnu que différentes positions peuvent être justifiées en fonction de valeurs, que les intérêts doivent être gérés dans un processus démocratique négocié. Les socio-éco systèmes sont reconnus dynamiques et interactifs.

Bilan du chapitre III

Ce modèle d'analyse nous permettra de mesurer la complexité des RSSD construits. Nous proposons de la traduire dans un diagramme sur le modèle de la figure ci-dessous (Nous précisons les indicateurs des différents niveaux pour chaque dimension au chapitre V) :

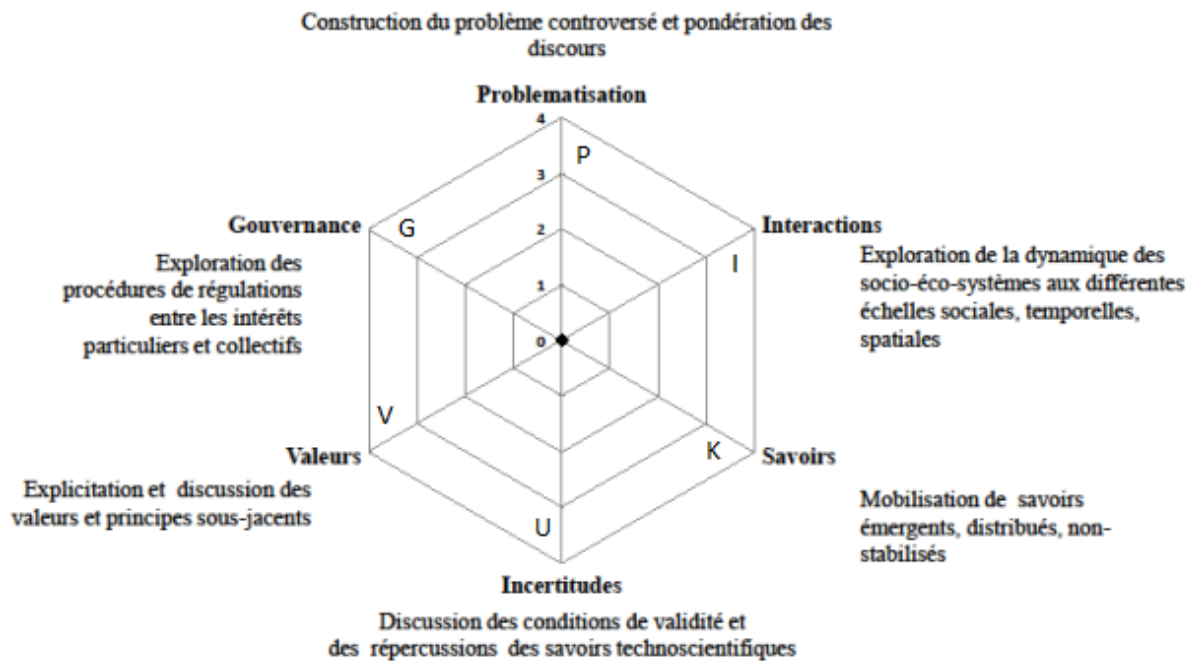


Figure III-1 : Support graphique des analyses de RSSD construits

Chapitre IV : Interactions socio-discursives dans les apprentissages collaboratifs

Nous nous intéresserons dans ce chapitre aux moyens de développer une culture⁶⁵ de la prospective afin d'instrumenter le débat public face à la vivacité, aux incertitudes et à la complexité des QSVE. Nous envisagerons l'intersubjectivité et l'inter-culturalité en tant que processus d'apprentissages et examinerons les dynamiques collectives pouvant prendre place en contextes scolaires. Nous verrons que l'émergence des travaux collaboratifs et des « méthodes actives » en pédagogie est intrinsèquement liée à la prise en compte des expériences vécues par les apprenants en tant que personnes, comme à l'authenticité des mises en situation des questions abordées. Nous proposerons alors une approche des interactions socio-discursives pour suivre la dynamique des interactions.

IV.1 La coopération en contexte scolaire, des communautés apprenantes face à l'authenticité des questionnements

Meirieu (1984) considère comme une « *révolution copernicienne* » l'émergence du courant de l'Education Nouvelle dans le domaine de la pédagogie, avec comme précurseur Reddie, créateur de la première « *New school* » à Abbotsholme en 1899. Dans cette école, « *la série de relations duelles maître-élèves et l'isolement qu'elle impose à chacun des élèves ont disparu : à la place, l'on apprend à collaborer à une tâche commune [...] la communication entre les enfants n'est pas suspecte mais, au contraire, encouragée à tous les niveaux ; des structures sont prévues pour confronter les opinions sur les sujets les plus divers.* » (p 24).

Dewey, dont l'œuvre représente l'un des principaux courants de l'Education Nouvelle, est aux Etats-Unis l'initiateur des méthodes actives avec le système pédagogique de l'école-laboratoire de Chicago (1897-1903). Ce modèle tendait à reproduire, les pressions mises à part, la vie de la nouvelle société industrielle et démocratique. Dewey développe dans *Démocratie et Education*, paru en 1916 une « *philosophie de la continuité* » qui reste d'actualité dans son questionnement de la formation des citoyens à opérer des choix dans une société d'innovation technologique. L'approche éducative de Dewey repose sur le principe selon lequel l'individu s'intègre dans une société démocratique par le jeu de son intelligence qu'il exerce dans la mise à l'épreuve publique de ses idées (Deledalle, 1965). La continuité est

⁶⁵ Nous empruntons à Michalon (2002) l'idée de penser la culture comme l'ensemble des solutions trouvées par un groupe aux défis de son environnement.

ainsi à établir entre l'individu et le groupe, l'école et la société, afin de mettre l'enfant dans les conditions sociales qu'il vivra hors de l'école. La pédagogie deweyenne n'est pas une préparation à la vie sociale, elle est une vie sociale fondée sur l'expérience partagée de tous (enfants, adultes, éducateurs) à tous les instants de la vie, dans le jeu, le travail, le loisir. Considérant l'école comme une communauté de vie à l'intérieur de laquelle les élèves sont amenés à coopérer, et l'éducation comme la formation d'une pensée en situation, il préconise (Dewey, 1927/2010) la réflexion collective entre élèves, le travail en commun, la confrontation d'idées.

Les pédagogues constructivistes ont fait passer les élèves du statut d'objets à modeler à celui de sujets en auto-construction dans une approche qui reconnaît la multiplicité des modes de pensée. Dewey inspirera Freinet qui privilégiera à son tour l'activité collective en empruntant l'idée de coopération au monde ouvrier et en transférant à l'école le principe d'entraide qu'il développera avec les coopératives scolaires. Ces coopératives, pensées comme des communautés de vie, visent à développer la personnalité de l'élève en lui donnant des tâches qui ont du sens (journal scolaire, jardinage, imprimerie...) « *au sein d'une communauté rationnelle qu'il sert et qui le sert* » (Freinet, 1944/1977, p. 18) . Avec l'« école active », Ferrière (1946) donne le primat au travail collectif, en particulier dans la visée d'éducation morale des enfants. L'action pédagogique de Cousinet s'appuiera à la fois sur la confiance en l'enfant, le respect de son activité spontanée et la socialisation qui fait défaut selon lui à l'école. Il écrit en 1950 « *dès son entrée à l'école, et tout au long de sa vie scolaire, l'enfant apprend que le maître ne permet la vie sociale que pendant les récréations* » (Cousinet, p 101, cité par Meirieu p 26). Postulant que c'est par la vie sociale que l'enfant apprend à préciser sa pensée et à l'améliorer par le contact avec ses camarades, il développe une méthode de travail libre par groupes (libre constitution des groupes, libre choix par chaque groupe de son travail). Le courant de la pédagogie constructiviste, marqué par les conceptions humanistes reconnaissant l'élève comme personne, propose ainsi une conception de la connaissance qui fait de l'apprentissage un acte de collaboration. "*Étymologiquement, collaborer (co-labore) signifie travailler ensemble, ce qui implique une notion de buts partagés et une intention explicite d' "ajouter de la valeur" - de créer quelque chose de nouveau ou de différent par la collaboration, par opposition à l'échange simple d'information ou à la transmission d'instructions*" (Kaye, 1992).⁶⁶ La mise en situation de recherche des élèves leur permet de co-construire des savoirs dans des activités qui leur

⁶⁶Disponible sur <https://sites.google.com/site/learnnett/> consulté le 2 novembre 2012

donnent du sens. Partant du constat que tout savoir est une construction sociale et culturelle, que toute théorie scientifique est une réponse à une interrogation, il s'agit de faire parcourir aux élèves le cheminement de la pensée qui fait émerger les concepts. L'approche peut s'appuyer sur le questionnement et les controverses historiques, elle peut aussi amener les apprenants à formuler des éléments théoriques à partir de questionnements d'actualité davantage porteurs de sens sans prétendre à les replonger dans les contextes historiques. Au cœur de cette pratique se trouve le tâtonnement, les hypothèses et les erreurs permettant de s'impliquer suffisamment dans la construction des savoirs pour en comprendre la portée.

Ainsi, c'est par l'intégration dans l'école des questions sociétales, la prise en compte des expériences vécues et le questionnement de situations authentiques, que se sont développées les approches privilégiant les communautés apprenantes. Suivant la même orientation, la scolarisation des QSVE mobilise naturellement les apprentissages collaboratifs. Mais la question de la valeur relative des connaissances à un contexte social interpelle. Epistémologiquement, cette pratique oppose au réalisme une vision subjectiviste du monde : les connaissances sont des fabrications individuelles qui résultent de l'expérience personnelle. Plutôt que des vérités absolues, elles sont considérées comme le fruit d'interprétations viables du monde élaborées à un moment donné, n'ayant une valeur que dans la mesure où elles sont socialement acceptées. Hirtt (2009) réagit à cette valeur relative des connaissances. Il distingue le constructivisme pédagogique dont il est un défenseur, du « constructivisme radical » qui ne considère les connaissances que comme des constructions sociales et renie toute vérité objective. Nous ne discuterons pas l'existence d'une réalité matérielle en dehors du sujet pensant car nous ne souhaitons pas ici raviver le débat idéalisme/empirisme datant de Platon et Aristote. Mais nous n'adhérons pas à la critique de Hirtt et nous avons dans ce sens au chapitre précédent développé les arguments en faveur d'un enseignement scientifique non pas des seuls résultats des sciences mais visant également à révéler la nature des sciences en tant que controverses. Retenons à tout le moins, dans la perspective de la scolarisation des controverses socioscientifiques, l'intérêt de considérer la diversité des perceptions du monde et d'envisager le croisement de subjectivités comme un moyen de procéder à l'examen critique des connaissances et d'accéder ainsi à une objectivité de second rang (Latour, 2007 *ibid.*).

Meirieu (1984 *ibid.*) soumet la pratique du travail collaboratif à la question, fondamentale et première en pédagogie, des conditions permettant à un travail réalisé d'être une occasion de développement pour chacun. L'objectif attribué au travail en équipe étant bien entendu, de

faire acquérir des connaissances nouvelles à chacun des membres du groupe, il s'agit de susciter la contradiction afin de permettre à chacun de mettre à l'épreuve ses conceptions et de les argumenter. Mais il s'agit également de faire accéder les élèves à un « besoin de savoir », d'apprendre à organiser un travail en commun, de planifier les étapes de celui-ci, de trouver à chacun une place lui permettant de s'intégrer dans le groupe. Comment le professeur, devenu facilitateur, va-t-il agir ? Quelles sont les dérives auxquelles le travail de groupe doit échapper pour promouvoir de tels apprentissages ? Meirieu en identifie deux majeures. Il observe en effet que le fonctionnement « ordinaire » des groupes tend à marginaliser les apprentissages en privilégiant soit l'efficacité dans la production, soit l'authenticité de la relation. Il accuse alors les « *pédagogies de groupe* » d'hésiter entre le primat du projet et sa suppression totale au profit du vécu relationnel. Le primat du projet dans un souci de rendement conduirait le groupe à la spécialisation de chacun (dérive économique) en visant la meilleure production possible, le danger étant alors que seuls les plus compétents se perfectionnent dans ce qu'ils savent déjà. A l'autre extrémité du gradient, un groupe centré sur les seuls échanges affectifs, où l'intégration de l'individu dans le collectif constituerait l'objectif majeur se soumettrait à la dérive fusionnelle qui limiterait les apprentissages. Le modèle d'un groupe centré sur le développement cognitif- celui que Meirieu nomme « *groupe d'apprentissage* » pour insister sur l'objectif central- s'intéresse moins au projet qu'à la contribution de chacun à sa réalisation. Il propose trois caractéristiques majeures de ce modèle : la mise en place d'un réseau de communication « *homogène dans lequel chaque participant soit tenu d'échanger avec tous les autres* » (p 14), la relation entre la tâche et le réseau de communication permettant de garantir le groupe contre la spécialisation de ces membres et la division du travail, la nécessité de l'implication de chacun pour atteindre l'objectif visé.

IV.2 Approche interactionniste des dynamiques collaboratives

Les psycho-cognitivistes, en s'attachant à comprendre l'élaboration des structures cognitives au cours du processus de traitement de l'information, montrent que les connaissances préalables de l'apprenant, l'information qui lui est disponible et les représentations mentales qu'il élabore, sont en interaction dans le processus d'apprentissage. La psychologie génétique de Piaget constitue une clé de lecture des processus psychiques à l'œuvre : il propose de réconcilier les théories innéistes platoniciennes et empiristes aristotéliennes en considérant que les apprentissages reposent sur un mécanisme d'assimilation/accommodation : la construction des connaissances par le sujet apprenant est interprétée comme la modification de schèmes préexistants par ses expériences intériorisées.

Si le regroupement constitue un groupe d'apprentissage au sens de Meirieu, c'est-à-dire un lieu où les relations entre les personnes fonctionnent de telle manière qu'elles permettent de dégager des concepts, d'améliorer des travaux individuels, de prendre conscience de phénomènes complexes- c'est selon les approches socioconstructivistes héritières des travaux piagétiens (« école de Genève ») parce que le travail en équipe est l'opérationnalisation de *conflits sociocognitifs* (Doise et Mugny, 1976, Perret-Clermont, 1979). Les confrontations interindividuelles, d'hypothèses explicatives, de stratégies de résolution de problèmes, de savoirs mobilisés instaurent un débat dans lequel les différences de points de vue génèrent des interactions entre pairs permettant de déstabiliser des représentations ou des préjugés. L'apprenant est amené à reconsidérer en même temps ses propres représentations et celles des autres pour construire un nouveau savoir.

IV. 2.1 L'intersubjectivité dans l'apprentissage de savoirs établis

De tels *conflits de centration* (Mugny & Perret-Clermont, 1976) entre le point de vue propre et celui d'autrui peuvent être sources de progrès cognitifs, y compris lorsque les différences de jugement sont à des niveaux cognitifs identiques. Autrement dit, l'intégration de réponses différentes à une même tâche peut conduire à l'élaboration d'une organisation cognitive nouvelle par les apprenants dans des *interactions symétriques de résolutions conjointes* (Gilly, 1995), sans nécessiter l'intervention d'une tierce personne maîtrisant davantage les connaissances en jeu. Le conflit sociocognitif permet de modifier les schèmes individuels parce que chacun doit justifier sa proposition et la soumettre à la critique d'autrui. L'intersubjectivité permet ainsi à chacun de dissocier la part de l'objet de connaissance qui relève de la connaissance personnelle, de celle qui est partagée dans le groupe d'apprentissage.

La perspective socio-culturelle, qui caractérise la théorie historico-sociale de Vygotsky, vise à comprendre les mécanismes d'incorporation d'éléments d'une culture dans un temps donné en considérant l'évolution des schèmes individuels en relation avec les interactions entre individus. Partant de l'idée que toute interaction avec le milieu, physique et social, nécessite une médiation (n'est pas im-médiate), l'attention se tourne vers les artefacts⁶⁷ médiateurs (Caumeil, Atmane, & Benaimi, 2011). La proposition vygotskienne est de considérer le déploiement des activités humaines autour d'artefacts culturels (outils matériels et instruments symboliques au premier rang desquels se trouve le langage) la médiatisant.

⁶⁷ L'artefact est ici entendu au sens d'organisateur du fonctionnement cognitif, en tant qu'instrument artificiel élaboré par la pensée humaine.

Pour Vygotsky « *Chaque fonction psychique supérieure apparaît deux fois : d'abord comme activité collective, sociale et donc comme fonction inter-psychique, puis la deuxième fois comme activité individuelle, comme propriété intérieure de la pensée, comme fonction intrapsychique* » (Vygotsky, 1935/1985, p 111 cité par Baudrit 2005, p 17). Ainsi, le constructivisme social considère l'apprentissage comme un processus mettant en jeu des négociations avec soi-même (réflexion métacognitive sur ses propres connaissances) et avec les autres personnes du milieu (restructuration des représentations individuelles pour les adapter à la culture du milieu). Les savoirs passent ainsi au cours des interactions du statut de subjectivité (connaissances propres à un individu) à celui d'objectivité (quand le questionnement interindividuel conduit à des connaissances communes à un groupe), et à nouveau au statut de subjectivité (lorsque les connaissances nouvelles sont intériorisées par les sujets apprenants). C'est donc une causalité en spirale qui opère dans les apprentissages où chacun des statuts de la connaissance contribue au renouveau de l'autre (Gilly, 1995 *ibid.*). Avec l'approche de *l'appropriation participative*, Rogoff (2003 citée par Tartas, 2012) ne distingue pas l'interne de l'externe dans le processus de transformation des individus participants aux activités. Tartas (2009) explore le rôle des productions écrites (cartes argumentatives et schémas) des élèves en cours de science. Elle montre que ces traces fonctionnent d'abord comme moyen d'échanges et de communication de connaissances en tant qu'outils pour construire un espace commun de discussion, puis deviennent des instruments de suivi et de mise à distance permettant de revenir sur les raisonnements et de les transformer.

Pour Piaget et les psycho-cognitivistes, la transformation de la pensée cause l'émergence des activités collectives, alors que pour Vygotski c'est le commentaire de l'activité collective qui génère des signes langagiers permettant la transformation de la pensée. Pourtant, alors qu'il souligne également ces différences d'approche entre psychologues à propos de la place de la dimension sociale dans les apprentissages, Baudrit (2005 *ibid*) n'assimile pas l'approche du constructivisme social et des psychologues russes à une plus grande prise en compte de l'activité collective que dans celle de l'école de Genève. Il cite Piaget, qui considérait pourtant l'apprentissage comme un processus d'abord intra-individuel, et qui s'est prononcé en faveur des méthodes actives mettant au premier rang le travail de recherche en commun⁶⁸ : « *la coopération est promue au rang de facteur essentiel*

⁶⁸ Pour autant, Piaget ne pense pas que la coopération puisse s'imposer d'emblée dans le développement psychologique de l'enfant, qui doit surmonter l'obstacle de l'égoïsme initial.

du progrès intellectuel. » (Piaget, 1971/88, p 329 cité par Baudrit p 15). Pour Piaget, les initiatives de l'Ecole Nouvelle ont l'avantage de faire évoluer la pensée enfantine, de la rendre moins égocentrique : « *C'est que la relativité implique la réciprocité des perspectives et qu'avant d'avoir habitué son esprit à cette réciprocité grâce aux échanges interindividuels et à la coopération, l'individu demeure prisonnier de son point de vue propre, qu'il considère naturellement comme absolu* » (Piaget, 1969, P 260 cité par Baudrit p 14). Parallèlement, Baudrit remarque que Vygotsky ne développe pas de réflexion approfondie sur la notion de coopération, dans le sens où les études vygotkiennes portent principalement sur l'interaction de tutelle, action asymétrique des adultes exercée auprès des enfants dans une visée d'apprentissage, plutôt que dans un contexte de relations symétriques caractéristique des situations d'apprentissages coopératifs.

IV.2.2 L'intersubjectivité en situation d'incertitudes

Si Piaget et Vygotsky ne partagent pas les mêmes analyses des processus cognitifs, ils partagent toutefois l'objectif d'apprentissage individuel de savoirs établis, et non celui de savoirs émergents dans les situations d'incertitudes qui caractérisent les controverses socioscientifiques. Wegerif & Mercer (1997) estiment avec Bruner (1962) que « *Vygotsky's overall theory of development was not as different from that of Piaget* », (p 50). Le modèle de raisonnement partagé par Piaget et Vygotsky est monologique, en ce qu'il se base sur l'idée de « *l'équivalence des concepts* » dans une logique pure reliant des éléments bien définis et transférables. Le processus de la pensée associée aux concepts scientifiques stabilisés et non controversés y est essentiellement appréhendé à la seule échelle du sujet, le langage étant conçu comme un médium facilitant le développement cognitif individuel et non comme une élaboration culturelle utilisée pour penser collectivement (Mercer, 1995). L'appréhension collective de la complexité et des incertitudes des QSVE implique plutôt une approche dialogique des apprentissages, selon laquelle la compréhension nécessite toujours plus d'une perspective. C'est alors une approche des interactions dans le discours qui est pertinente, en ce qu'elle conduit à considérer comme un seul et même processus le développement psychique de la personne et les faits sociaux auxquels elle participe.

Avec l'*interactionnisme socio-discursif*, Bronckart (1996, 2005) analyse le rôle que jouent les pratiques langagières dans la constitution et le développement de la pensée : il développe une approche dialogique qui met l'accent sur les formes d'activités collectives élaborées par les groupes. Ces activités, qui constituent le cadre médiateur des interactions

entre les humains et leur milieu, sont réalisées au sein de contextes spécifiques dans un motif déterminé par le groupe. Les diverses formes d'activités collectives, pratiques et langagières, rendant possible le développement des entités psychiques, les connaissances résultantes sont des représentations collectives (Leontiev, 1979). Notre analyse ne se fondera pas sur le concept vygotkien de « l'internalisation », mais sur celui de l'intersubjectivité. Elle rejoint en cela la pensée d'Habermas (Habermas, 1981/1987) qui ne limite pas la raison à la logique d'individus isolés donnant du sens à un monde objectif, et qui substitue au paradigme de la conscience celui de « *l'intercompréhension mutuelle* ».

IV.2.3 L'intercompréhension mutuelle, partage de mondes vécus

Pour Habermas (1981 *ibid.*) c'est par la communication que l'accord démocratique peut être produit. Après avoir décrit les conséquences politiques de l'extension de la « *rationalité instrumentale* » (recherche de la maîtrise des choses, de l'efficacité dans l'action, caractérisant l'essence de la science moderne) au détriment de la « *rationalité communicationnelle* » (recherche du sens et dimension de débat), il postule que la raison, engendrée par le langage, est procédurale et discursive. Il montre que la construction de la raison passe par l'intersubjectivité, rempart contre « *l'illusion transcendantale* » consistant à objectiver un point de vue unique, une opinion qui se donne comme une réalité. L'agir communicationnel est fondé sur la compréhension mutuelle, visant la justesse plus que la vérité, pour coordonner des actions planifiées. Il consiste à construire collectivement, par la négociation et la discussion, une définition commune de la situation, une compréhension mutuelle du monde vécu. Le concept de « *monde vécu* » utilisé ici est l'ensemble constitué pour chaque individu par sa culture et son langage. Se référant à l'approche psychogénétique, Habermas considère que pour faire évoluer une représentation du monde dans le sens de la rationalité il faut un double processus, de décentration (intégrer le point de vue des autres) et de structuration (différencier les aspects de la réalité qui permettent de saisir leurs relations). La structuration du vécu suppose une distinction entre la nature, la société et la personne. Trois modes de références permettent ainsi de valider la réalité de l'acte de langage : la prétention à l'exactitude objective (par référence à l'expérience), la prétention à la justesse par rapport au contexte social et à ses normes, et enfin la prétention à la sincérité du sujet (adéquation entre ce qu'il dit et ce qu'il pense). Dans l'interaction, ces trois domaines sont diversement liés.

Habermas identifie alors quatre rationalités sociologiques :

- L'agir stratégique est un modèle d'action téléologique. Chaque participant puise ses arguments dans le monde objectif et les valide par la logique ou l'efficacité empirique. Il calcule les moyens et les fins pour parvenir au succès, en anticipant les décisions des autres participants, eux aussi orientés vers leurs propres buts.
- L'agir normatif est un système de rationalité dans lequel les membres d'un groupe social orientent leurs actions dans le sens de valeurs communes, se conformant ainsi à une norme de comportement et se réfèrent au monde objectif et au monde social.
- L'agir dramaturgique est un système de rationalité dans lequel le locuteur cherche à atteindre l'affectivité de l'interlocuteur. Chacun exprime ses propres expériences, se réfère uniquement au monde subjectif et communique aux autres ses propres intentions, pensées, attitudes, désirs.
- L'agir communicationnel est la seule rationalité qui se réfère aux trois mondes : objectif, social et subjectif. Dans ce type d'interactions, chacune des propositions se veut compréhensible et discutable par les interlocuteurs. Chaque acteur s'engage alors à essayer de comprendre le monde objectif, social et subjectif de l'autre autant que le sien.

Habermas met ainsi en avant la nécessité de l'aménagement de l'espace public du raisonnement où peuvent se confronter intérêts particuliers et généraux. Simonneaux (2011b *ibid.*) rappelle toutefois les limites de ce modèle considéré comme théorique, dont les conditions ne sont que très rarement réunies dans nos sociétés. Rosanvallon (2006) souligne très justement à cet égard le risque de sous-estimer les inégalités de ressources des différents groupes sociaux pour participer aux discussions visant un consensus démocratique. Les arguments d'autorité, la rhétorique et les jeux de pouvoir ne sont bien évidemment pas absents des dynamiques d'apprentissages collaboratifs ; penser l'aménagement d'espaces de raisonnements collectifs en situation scolaire n'en est que plus nécessaire.

IV.2.4 Complexité et activité collective

L'apprentissage de raisonnements complexes implique le recours simultané à de multiples structures conceptuelles ; il requiert la flexibilité cognitive des personnes apprenantes par la nécessité d'intégrer dans leur architecture psychique de nouvelles informations reconfigurant

cette architecture et leur permettant de construire un raisonnement à un niveau supérieur de complexité. La flexibilité cognitive est le processus « *dont la fonction principale est de faciliter l'adaptation du sujet à des situations nouvelles et, ce notamment lorsque les routines d'actions, c'est-à-dire les routines sur apprises, ne peuvent suffire* » (Van der Linden, Seron, Le Gall, & Andrès, 1999, p. 48). Selon Spiro, Feltovitch, Jacobson, & Coulson (1992), les méthodes les plus efficaces pour l'apprentissage de la flexibilité cognitive adoptent des procédés différents de ceux utilisés avec succès dans les phases d'introduction de connaissances moins complexes (segmentation en blocs de connaissances, identification de principes généraux, concepts clés et faits, représentation unique et unifiante des situations d'application). Face à la complexité, les apprenants doivent développer leur capacité à extraire de leurs structures mentales initiales uniquement les parties pertinentes à la situation, et non des blocs pré-structurés. Le processus à l'œuvre est ainsi une double construction : la première étant la sélection d'éléments antérieurs et disparates de connaissances, la seconde leur assemblage dans une structure cognitive nouvelle et originale.

La complexité et la part importante d'incertitudes qui caractérisent les QSVE appellent la flexibilité cognitive de la part de ceux qui les abordent en visant l'intercompréhension. Les apprentissages de savoirs complexes sont facilités par l'exposition à des représentations multiples et à une présentation non-segmentée de l'objet d'étude (Spiro, *ibid.*), ce qui incite à adopter des stratégies didactiques de traitements des QSVE s'appuyant sur le croisement de subjectivités en misant sur la diversité des perspectives.

Mais toutes les interactions dans les groupes d'apprentissage ne génèrent pas des échanges argumentés. Gilly définit le conflit sociocognitif comme une « *dynamique interactive, caractérisée par une coopération active, avec prise en compte de la réponse ou du point de vue d'autrui, et recherche, dans la confrontation cognitive d'un dépassement des différences et contradictions pour parvenir à une réponse commune.* ». Quatre types d'interactions peuvent être distingués (Gilly, 1995, *ibid.* p. 149) : la *collaboration acquiesçante*, la *co-construction* sans désaccords, la *confrontation avec désaccords non argumentés sans coordinations subséquentes*, le *conflit socio-cognitif* qui génère argumentations et contre-argumentations. Il convient toutefois de pondérer l'importance accordée à la dimension conflictuelle que l'expression « conflit socio-cognitif » pourrait laisser envisager. Il ne s'agit pas de conduire systématiquement les participants aux groupes d'apprentissage à s'opposer mais plutôt à « *s'opposer en mettant les arguments les uns en face des autres et en n'obligeant pas les autres à penser comme soi.* » (De Vecchi, 2006, p. 65).

Mercer (1994, 1995 *ibid.*) puis Mercer, Wegerif, & Dawes (1999) ont distingué trois catégories d'interactions : i) Disputational talk : “*whereby speakers challenge other speakers' views, but without attempting to justify their challenge by building on previous utterances or offering new information*” (Mercer, 1994 p. 27) ii) Cumulative talk: “*whereby speakers contribute to discussion by taking up and continuing a previous speaker's utterance, without explicit comment.*” (p. 27). Dans les discussions cumulatives, les partenaires construisent une «connaissance commune» par accumulation. Les interlocuteurs construisent positivement, mais sans esprit critique, sur ce qu'un autre a dit. iii) *Exploratory talk*: “*whereby hypotheses are proposed, objections are made and justified, and new relevant information is offered.*”(p. 27) La discussion exploratoire est celle dans laquelle les partenaires s'engagent de manière argumentée, dans une critique constructive des différents points de vue. Les déclarations et suggestions sont soumises à la réflexion commune. Celles-ci peuvent être contestées, mais les contestations sont justifiées et des hypothèses alternatives sont proposées.

Prolongeant ces travaux en analysant des discours d'élèves de 14 à 15 ans, Mork (2006) a identifié une quatrième catégorie de discours: "*reasoned disputational*" ou la dispute raisonnée. Cette quatrième catégorie présente certaines caractéristiques de la dispute, mais elle est plus élaborée et fait référence à la raison.

IV.3 Approche interculturelle des apprentissages, implications pour l'analyse d'expertises collégiales de QSVE

Parce que considérer les différents contextes et les variations de perceptions individuelles, sociales et culturelles permet d'éviter la constitution d'une vision unique sur le monde, la dimension interculturelle devrait toujours être présente dans la dimension éducative de l'école (Kerzil & Vinsonneau, 2004, pp. 99-100). Elle implique une approche critique du rapport individuel et collectif des élèves aux savoirs mobilisés, et de développer des qualités intellectuelles autres que la mémoire telles que savoir saisir et comprendre les croyances, les intérêts et les points de vue d'autrui, être capable de choisir parmi différentes alternatives, participer activement à des prises de décisions collectives.

L'approche interculturelle des QSVE est justifiée par la nature même de ces questions : la prise en charge de leur complexité et de leurs incertitudes conduit non seulement à les appréhender en groupes, mais également à viser la diversité de points de vue au sein des groupes. En outre, la confrontation de perspectives culturellement différentes génère potentiellement des perturbations conceptuelles susceptibles de favoriser les échanges

d'arguments et de former à la flexibilité cognitive en développant la plus grande ouverture de chacun aux points de vue alternatifs. Nous verrons comment la dimension interculturelle des apprentissages, initialement mobilisée dans le cadre de la didactique des langues peut être envisagée en didactique des QSVE. Ces approches sont orientées par les entendements du concept de culture : celui de l'héritage reçu ou celui du lien social construit. Nous nous positionnerons dans une perspective anthropologique considérant que tout individu est façonné par l'environnement qu'il façonne à son tour (Demorgon & Molz, 1996). Nous serons ainsi conduit à analyser non pas les différences culturelles d'approches, mais les relations entre cognition et langage dans les communautés d'apprentissages.

IV.3.1 Approches interculturelles en pédagogie

Toute culture est un ensemble de systèmes symboliques qui peuvent être vus en tant que déterminant *a priori* la perception des situations par les individus, ou alors en tant que produit du partage des perceptions du réel. Il en découle deux types d'approches théoriques : l'approche comparatiste (focalisée sur les différences) et l'approche interculturelle (centrée sur la rencontre des cultures). Troadec (Troadec, 2006) observe que cet antagonisme entre séparation et rencontre des cultures configure les types de postures adoptées dans le champ de l'interculturel.

La notion d'approche interculturelle a été introduite en pédagogie à propos des situations d'apprentissage dans lesquelles se trouvent les enfants de migrants dans les sociétés à forte population migratoire. Elle a fait l'objet de réflexions en didactique des langues, en particulier dans le cadre de l'enseignement du « Français langue Etrangère ». L'expression « communication interculturelle » apparaît en 1982 (Alikioti, 2008). Une question centrale a émergé tôt en didactique, celle de la reconnaissance de la différence et de la composante identitaire en jeu dans la tension entre séparation et rencontre des cultures. Pour Chareaudeau (1990), le mécanisme de la rencontre entre des personnes de cultures différentes passe par trois étapes : la perception de la différence, la phase de rejet et d'attrance mêlés (rejet par crainte de la menace possible, attrance pour l'énigme à résoudre posée par la différence), la fascination produite chez le sujet qui rencontre l'autre, par ce qui est à la fois découverte de l'autre et découverte de soi. C'est ce processus de relation en miroir qui fonde la communication interculturelle (Abdalah-Preteuille, 1983). Chaque individu développe des appartenances et donc des identités multiples : les relations d'inclusion/exclusion aux groupes sociaux sont à la base de l'identité sociale ; ce sont des interculturels qui jouent dans les

interactions entre des interlocuteurs porteurs des schèmes interprétatifs culturellement élaborés.

L'analyse de Bennett (1993) est éclairante quant à la nature du processus d'intégration de perspectives plurielles. Il identifie deux stades du développement des individus en situation de rencontres interculturelles : la phase « *ethnocentrique* » et la phase « *ethnorelative* ». Dans la phase « *ethnocentrique* », la différence culturelle est ressentie comme une menace. La personne qui perçoit une mise en danger de son identité (le « choc interculturel ») élabore des stratégies protectrices. La première est la *dénégation* de visions alternatives du monde. Avec la stratégie de *dénigrement*, la différence est reconnue... pour être mieux dévalorisée : l'individu met l'accent sur les aspects positifs de sa propre culture qu'il juge supérieure. Le *revirement* est la stratégie opposée, qui place l'autre sur un piédestal ; cette attitude relève aussi de l'ethnocentrisme, elle consiste à inverser la relation de supériorité mais en impliquant toujours une hiérarchie. Bennett nomme enfin *minimisation* la stratégie protectrice dans laquelle les similitudes culturelles sont présentées comme l'emportant sur les différences. Avec le deuxième ensemble de comportements, rassemblés par Bennett dans la phase ethnorelative, les différences sont acceptées et deux types de comportements en découlent. Le comportement d'*adaptation* procède d'un mécanisme d'addition : l'individu ajoute de nouvelles visions du monde à son répertoire ; avec le comportement d'*intégration*, la cohabitation de visions du monde est dépassée au profit de la recherche d'un nouveau cadre culturel enrichi d'expériences partagées. Ce comportement implique de mettre en jeu un processus de déconstruction/reconstruction de l'identité. Dans une première phase d'intégration, « *l'évaluation contextuelle* », les individus évaluent différentes visions du monde en référence à plusieurs contextes culturels servant de cadres de références. Dans sa phase aboutie, l'intégration conduit selon Bennett l'individu à n'appartenir à aucune culture, dans un état de « *marginalité constructive* ».

IV.3.2 Approches comparatistes des cultures dans les recherches ayant trait aux QSVE

Ce sont les différences qui sont mises en avant dans les études comparatives des cultures qui se focalisent sur les spécificités. Hall & Hall (1990) ont ainsi proposé un modèle d'analyse des différences culturelles entre pays basé sur des critères tels que les modes de communication des messages ainsi que le rapport à l'espace territorial et au temps. Dans la même logique, Hofstede (1991) décrit cinq déterminants des différences entre groupes sociaux : la *distance du pouvoir* (le rapport à la hiérarchie), *l'évitement de l'incertitude*

(l'attitude des individus par rapport à la prise de risque), *l'individualisme/collectivisme* (les attentes des individus par rapport à leur groupe d'appartenance), la *masculinité/féminité*, *l'orientation temporelle* (la place des traditions dans la prise de décision). Son modèle renvoie à une conception statique et non dynamique, sans considérer ni la diversité d'échelle des groupes culturels ni le développement individuel. Appréhender ainsi la culture comme un patrimoine hérité, qui donnerait son identité à un groupe humain et à ses membres, tend à dissocier la culture des individus qui la construisent et à lui conférer une existence indépendante.

Cette approche sous-tend l'étude de Zeidler, Herman, Ruzek, Linder, & Dhu-Sheng, (2013), qui soulignent l'absence de recherches examinant à travers les cultures comment les élèves structurent leurs argumentations et prennent des décisions relatives aux SSI. Leur étude, qu'ils présentent comme la première dans ce champ, est une comparaison de positionnements individuels d'élèves de 14 à 18 ans dans cinq pays différents (Suède, Afrique du Sud, Jamaïque, Etats Unis et Taïwan). Dans la mise en scène didactique qu'ils ont retenue, il s'agit pour les élèves de justifier des critères de choix parmi des malades potentiellement bénéficiaires de transplantation d'organes alors que le nombre de donneurs n'est pas suffisant. Zeidler & al. recherchent des différences statistiquement significatives entre les pays (on retrouve l'orientation séparatiste d'Hofstede), et en observent effectivement. Ainsi par exemple, la majorité des 112 jeunes taïwanais interrogés privilégient le critère du rôle social du potentiel receveur de la transplantation, et choisissent dans une liste de cinq patients de transplanter le seul cœur disponible à une mère de famille (qui est pourtant dans le scénario présentée comme ayant le moins de chance de survie), alors que la plus grande part des 537 élèves des autres pays privilégient le critère du patient le plus malade et choisissent (sans doute par un phénomène d'identification selon les auteurs) de transplanter le cœur à une jeune fille de 15 ans. Une différence culturelle est donc identifiée. Zeidler & al. remarquent en parallèle une différence dans les rapports aux savoirs scientifiques des élèves, les taiwanais montrant une perception de la structure des savoirs scientifiques sophistiquée (en considérant les savoirs scientifiques comme un réseau de concepts intégrés), plus élaborée que celle des autres adolescents questionnés (qui considèrent surtout la science comme une accumulation de faits). Une telle recherche implique bien entendu de s'interroger sur l'impact des cultures dans les apprentissages ; il nous apparaît toutefois qu'elle est discutable dans la mesure où le seul paramètre analysé pour interpréter les différences est l'origine nationale. Les auteurs précisent que l'échantillon d'adolescents taïwanais correspond à des élèves dont la plupart ont

choisi un cursus scientifique, mais n'examinent pas plus l'influence des choix de filières des différents élèves.

Abdallah-Preteceille (2010) insiste sur les appartenances multiples des individus à des groupes sociaux. Ainsi, dans un même pays, des professionnels exerçant le même métier (l'enseignement secondaire) développent des identités marquées par leurs formations universitaires initiales. C'est ce que montre Lange (2008) à propos de l'influence des spécialités disciplinaires sur les pratiques d'EDD d'enseignants français. Son analyse comparée de postures de professeurs de Sciences humaines (histoire géographie) et expérimentales (Physique/Chimie et Biologie/géologie) est basée sur des méthodes statistiques (écart à l'indépendance, Blöss & Grossetti, 1999 cité par Lange). Il observe des différences nettes d'appréciation de la gravité de la question du réchauffement climatique, le sentiment d'urgence et de réalité du réchauffement climatique étant très net chez les enseignants de sciences physiques et plus distancié dans les deux autres disciplines. Les professeurs de sciences physiques adhèrent à plus de 90 % des effectifs à la démarche de modélisation qui implique d'envisager l'évolution des socio-écosystèmes sur le moyen et le long terme, alors que les professeurs de Sciences de la Vie et de la Terre (SVT) comme d'histoire géographie se retrouvent dans une posture de méfiance vis-à-vis de cette démarche. Les enseignants de SVT expriment de façon prégnante une conception de la nature de type « *Nature-Sujet* » qui s'opposerait à celle de la « *Nature-Projet* » des enseignants d'histoire géographie, lesquels identifient davantage la dimension politique et éthique du développement durable. Lange conclut à un « *habitus disciplinaire* » au sens de Bourdieu & Passeron (1964 cités p 2), c'est-à-dire un ensemble de schèmes déterminant la façon de penser et d'agir édifié inconsciemment au cours des parcours individuels.

IV.3.3 Approche des QSVE sous l'angle de l'inter-culturalité : la rencontre des cultures dans la co-construction d'expertise collégiale

Alors que les approches inspirées de l'ethnographie visent à objectiver la spécificité des cultures, à en définir les frontières (Cuche, 2002), l'orientation anthropologique suggère d'envisager la culture comme les savoirs, les règles et les normes constamment renégociés qui organisent la vie commune des groupes sociaux. Pour les anthropologues, les cultures sont variations, changements, labilité, dynamique. La culture analysée par Demorgon et Molz (1996 *ibid.*) est la résultante de processus d'assimilation, par lesquels le monde extérieur est adapté à la réalité connue des individus (les schèmes préexistants), associé au processus d'accommodation des schèmes aux situations nouvelles. C'est à l'échelle collective qu'elle

est pensée, comme un mode opératoire qui fournit au groupe social les orientations nécessaires lui permettant de s'adapter. Elle concerne l'orientation de groupes d'individus - orientation par exemple donnée par la famille, les amis, la langue, le lieu de vie, l'entourage professionnel. « *La culture, au lieu d'être la cause de l'identité collective, devient sa conséquence et son produit, elle n'est pas un système clos ni une tradition à conserver, mais une construction sociale en constant renouvellement* » (Cuche, 2002, p. 204). Pour dépasser les oppositions entre l'approche des séparations et celle des rencontres de cultures tout en rendant compte des mutations des sociétés actuelles, Abdallah-Preteceille (2010 *ibid.*) propose de substituer au concept de culture celui de *culturalité*, qui « *privilégie la fonction instrumentale de la culture au détriment de sa fonction ontologique et met l'accent sur les bricolages, sur les manipulations et les stratégies.* » (p 12) Nous retiendrons cette orientation en considérant l'inter-culturalité sous l'angle d'un processus dynamique : l'émergence de compréhensions mutuelles et leurs permanentes reconstructions par les communautés apprenantes dans l'expertise collégiale des QSVE.

Bilan du chapitre IV

La prise en compte de la complexité et des incertitudes des QSVE, comme de leur vivacité sociale, nécessite une distanciation de la réalité immédiate et des *a priori* non questionnés. Celle-ci suppose une forme de flexibilité cognitive dans l'appréhension de ces problématiques, laquelle peut être exercée dans les travaux de groupes par les dérangements socio-épistémologiques qu'ils sont susceptibles de générer.

Produit de co-constructions visant à instituer du commun à travers les différences, l'inter-culturalité implique un registre interactionnel particulier et nécessite une centration interrogative à la fois sur le rapport à soi, le rapport à l'autre et le rapport au monde (aux technosciences, à l'environnement, aux biens communs, etc.). Un échange entre des interlocuteurs d'appartenances diverses, même venant de pays différents n'engendre pas automatiquement un tel processus (Clanet, 1993). En revanche, l'agir communicationnel habermassien rend l'inter-culturalité possible en mobilisant les identités des individus dans leurs trois mondes d'existence : « *le monde objectif (comme ensemble de toutes les entités au sujet desquelles des énoncés vrais sont possibles), le monde social (comme ensemble de toutes les relations interpersonnelles codifiées par des lois), le monde subjectif (comme ensemble des expériences vécues auxquelles le locuteur a un accès privilégié)* » (Habermas, 1981 *ibid.* p 116). Pour Wegerif & Mercer (1997 *ibid.* p 54) “*the type of talk which we have called 'exploratory' appears to embody Habermas's concept of 'communicative rationality'.*” Notre analyse des interactions socio-discursives portera sur le contexte relationnel et les domaines de validité des arguments avancés, par référence aux trois mondes habermassiens.

Problématique et questions de recherche

Les enjeux contemporains du DD sont sources de controverses scientifiques mais aussi sociétales, qui intègrent une forte dimension politique. Elles posent des QSVE, débats publics empreints d'incertitudes irréductibles, portant sur des objets complexes, dans lesquels une pluralité d'acteurs s'invite. Leur difficulté à s'entendre, à s'accorder sur les critères d'un socle commun d'argumentation entre parties prenantes font que ces controverses ne peuvent être closes selon les modalités qui caractérisent les débats scientifiques. Mais l'absence de certitudes scientifiques ne peut être prétexte à l'absence de prise de décisions.

La fonction de l'expertise est l'intégration raisonnée de savoirs dans la prise de décision. Avec les QSVE, l'expertise implique de considérer la dynamique complexe de socio-écosystèmes, d'articuler des savoirs émergents, distribués et non-stabilisés dans des contextes particuliers, de délimiter les incertitudes et les domaines de validité des connaissances scientifiques mobilisées, d'identifier les enjeux de société et valeurs engagés. La circonspection de l'opinion publique face aux expertises de spécialistes se donnant comme points de vue objectifs et rationnels, ne peut être réduite à des croyances et des peurs irrationnelles. Lorsque Habermas (1968/1979 *ibid.*) se demande « *comment le pouvoir de disposer techniquement des choses peut être réintégré au sein d'un consensus de citoyens* » (p 89), il dénonce le modèle technocratique de prise de décision où les choix de valeurs s'effacent sous l'illusion de contraintes objectives gérées par des spécialistes. En rupture avec le modèle politique de l'expertise confidentielle qui suppose que la solution soit donnée par les scientifiques, les QSVE expriment avec force l'attente sociale d'un modèle démocratique de l'expertise publique. Dans l'expertise publique, il est reconnu qu'il n'existe pas de solution convenant à tous mais aussi que c'est au collectif citoyen que revient la fonction de réguler les différents éclairages complémentaires et nécessaires. Alternative critique à la rationalité instrumentale, ce modèle d'expertise passe par l'appropriation par tous les citoyens d'un assemblage de compétences épistémologiques et psycho-sociales permettant l'utilisation sociale des connaissances scientifiques.

Reconnaître un *continuum* entre opinion et raison permet de penser l'éducation à la citoyenneté active comme la construction d'*opinions raisonnées* (Lange & al., 2007 *ibid.*) préparant à l'exercice de la démocratie. C'est là l'objet de la construction de RSSD. A l'image d'« *îlots de rationalité* » (Fourez, 1997 *ibid.*), ils sont relatifs à des situations controversées dans lesquelles le contexte et le projet déterminent la pertinence et les limites des savoirs

mobilisés. Leur élaboration nécessite de réinterroger systématiquement les problèmes abordés selon différentes perspectives afin de construire une *objectivité de second rang* (Latour, 2007 *ibid.*).

La problématique de notre recherche est celle de la formation à la collégialité des expertises. **Comment le traitement collectif d'une QSVE permet-il l'évolution des raisonnements socioscientifiques dans la perspective de la durabilité (RSSD) ?**

En prenant de l'ampleur, les pratiques numériques (bureaux virtuels, Environnements Numériques de Travail ENT, plateformes pédagogiques) de la communauté éducative rendent les enseignants potentiellement capables d'échafauder des processus d'apprentissages où interagissent divers acteurs (Moiraud, 2011). Parce que la pédagogie numérique (les Technologies de l'Information et de la Communication dédiées à l'Enseignement) permet de franchir les cloisons des disciplines dans un rapport au temps et à l'espace redéfini (Genevois, 2011), par la restructuration de l'unité de temps et de lieu de la classe (Poyet, 2011), elle rend envisageable la pluralité des approches et le croisement de subjectivités. C'est pourquoi nous avons choisi d'exploiter en formation d'enseignants la capacité d'internet à fabriquer de l'espace social et à constituer des communautés de pratique.

Afin de décrire et comprendre les mécanismes à l'œuvre dans les expertises collégiales de QSVE, nos analyses portent sur les RSSD en tant que produits de négociations collectives, mais également en tant que processus supportés par des ISD. Nos recherches visent à éclairer les apports et limites d'approches interculturelles entre futurs enseignants issus de disciplines universitaires, d'institutions et de pays différents. Trois questions de recherche structurent nos investigations. La première vise à décrire la pluralité d'approches collectives des QSVE :

- QR1 : Quels sont les effets de la contextualisation des QSVE et les influences des *habitus* disciplinaires sur les RSSD produits ?

La seconde concerne les effets des ENT sur les ISD :

- QR2 : Quelles sont les relations entre les instruments numériques utilisés, les dynamiques collectives, et les approfondissements de RSSD ?

La troisième s'adresse aux rencontres interculturelles :

- QR3 : Comment les collectifs négocient-ils la diversité des approches et qu'apportent aux RSSD les dérangements socio-épistémologiques occasionnés par les rencontres interculturelles ?

Partie 3 : Expérimentation

« Il est simplement banal, et même assujettissant, pour un observateur, de transporter avec soi, où qu'il aille, le centre du paysage qu'il traverse. »

(Theillard de Chardin, 1956, p. 26)

Chapitre V : Méthodologie

V.1 Dispositif didactique

V.1.1 Un scénario commun

Cette recherche s'inscrit dans le programme de collaboration internationale « *Exploring Socio-Scientific Issues through digital technologies : the impact of context and culture* » réunissant des équipes de recherche de la *Deakin University* de Melbourne (Australie), et de l'entrée *phénomènes didactiques* de l'Unité Mixte de Recherche *Education, Formation, Travail, Savoirs* (Toulouse 2, Ecole Nationale de Formation Agronomique ENFA). Nous avons organisé des travaux collaboratifs entre étudiants de l'ENFA, de l'Université Deakin et l'Institut Universitaire de Formation des Maîtres de l'Université Claude Bernard Lyon 1.

Les cent treize étudiants dont nous analyserons l'expertise collégiale de QSVE se sont répartis en vingt-quatre groupes. Chaque groupe a traité une QSVE parmi trois : le dessalement d'eau de mer en Australie, les marées vertes en Bretagne, l'évolution de la consommation humaine de viande. Nous avons laissé aux étudiants le choix de la QSVE, choix qu'ils ont opéré après avoir lu une brève présentation de chacune (cf. annexe n°1).

Tous les groupes ont suivi le même scénario didactique. Nous leur avons demandé d'écrire, puis de réécrire un texte collectif (wiki) en utilisant des outils numériques de plateformes collaboratives. Le scénario commun a été structuré en trois temps. Dans un premier temps, un échange d'opinions a été organisé au sein du groupe à partir d'une revue de presse fournie. Ces échanges intragroupes ont abouti à la rédaction d'un premier écrit collaboratif (wiki 1) répondant à la consigne : « *Dans l'intérêt collectif, que faudrait-il faire d'après vous, pourquoi et à quelle(s) condition(s) ?* » Vingt-quatre écrits collaboratifs ont été ainsi rédigés. Dans un second temps, nous avons organisé des échanges intergroupes dans des forums à partir de la confrontation de wikis de groupes différents ayant traité la même QSVE. (Le tableau V.1 rapporte quels étaient les groupes partenaires au cours des différentes sessions ainsi que les effectifs et filières disciplinaires des étudiants.) Les groupes travaillant deux à deux, douze forums ont été ouverts. Dans un troisième temps, chaque groupe a réécrit le premier wiki en l'enrichissant des données, informations, commentaires échangés ou recherchés au cours de la deuxième phase et a ainsi produit le document final (wiki 2). Certains groupes (cf. VII.7.1) n'ont pas repris leur premier texte ; seize wikis 2 ont été rédigés. La dernière activité demandée aux étudiants a été la rédaction d'un retour réflexif sur

le dispositif⁶⁹. L'ensemble de ces activités s'est déroulé entre mars 2011 et avril 2012 en cinq sessions regroupant des étudiants en 3^{ème} et 4^{ème} année universitaire se destinant à l'enseignement des sciences de l'environnement (Deakin University de Melbourne), de Sciences de la Vie et de la Terre (Université Claude Bernard Lyon 1), d'agronomie, de sciences économiques ou d'éducation socio-culturelle dans l'enseignement agricole français (ENFA de Toulouse). L'organisation de ces sessions a nécessité de prendre en compte les contraintes des trois institutions, en particulier en ce qui concerne les différents effectifs et calendriers ainsi que les spécificités des enseignements qui étaient selon les cas à distance ou en présentiel. Nous précisons dans la section V.1.6 quelles ont été les variantes au dispositif commun. Nous avons pour la suite du texte adopté la nomenclature suivante :

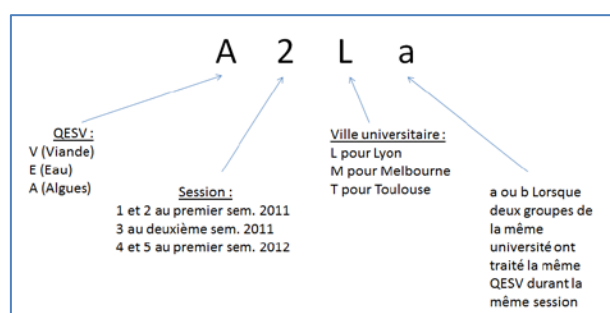


Figure V-1 : Code d'identification des groupes

Chaque groupe sera identifié par :

- Une lettre correspondant à la QSVE choisie : V (Viande) pour l'évolution de la consommation humaine de viande, E (Eau) pour dessalement d'eau de mer en Australie, A (Algues) pour les marées vertes en Bretagne.
- Un chiffre correspondant à la session : 1 à 5 (session 1 et 2 au premier semestre 2011, session 3 au deuxième semestre 2011, sessions 4 et 5 au premier semestre 2012)
- Une lettre correspondant à la ville universitaire de rattachement : L pour Lyon, M pour Melbourne, T pour Toulouse

Lorsque deux groupes de la même université ont traité la même QSVE durant la même session, nous avons ajouté pour les distinguer une lettre minuscule (a ou b).

Chaque participant sera identifié par le nom de son groupe suivi d'un tiret et du chiffre lui correspondant (par exemple les cinq participants du groupe E4L sont E4L-1, E4L-2 ; E4L-3, E4L-4 et E4L-5).

⁶⁹ Les questions étaient : Qu'avez-vous appris au cours des échanges ? Quelles ont été les principales questions discutées ? Sur quels aspects les opinions ont-elles divergé dans votre groupe ? Sur quels aspects les opinions ont-elles divergé avec l'autre groupe ? D'après vous, en quoi un tel dispositif d'interactions (Wiki, forum intra-groupe, forum intergroupe) fait-il évoluer les raisonnements des participants ?

Tableau V-1 : Groupes partenaires et origine des participants

SE = Sciences de l'Environnement SVT = Sciences de la Vie et de la Terre
 Agro = Agronomie (production animale, production végétale, production horticole)
 Eco = Economie ESC = Education Socio-Culturelle

QSVE	Sessions	Villes universitaires	Noms des groupes	Filières universitaires	Nombre d'étudiants
Viande	1	Toulouse	V1T	Agro+Eco+ESC	5
		Melbourne	V1M	SE	3
	2	Lyon	V2L a	SVT	6
		Lyon	V2L b	SVT	4
	3	Toulouse	V3T a	Agro+Eco+ESC	4
		Toulouse	V3T b	Agro+Eco+ESC	5
	4	Lyon	V4L	SVT	5
		Melbourne	V4M	SE	7
	5	Lyon	V5L	SVT	5
		Melbourne	V5M	SE	5
Algues	1	Toulouse	A1T	Agro+Eco+ESC	4
		Melbourne	A1M	SE	1
	2	Lyon	A2L a	SVT	5
		Lyon	A2L b	SVT	4
	3	Toulouse	A3T a	Agro+Eco+ESC	5
		Toulouse	A3T b	Agro+Eco+ESC	6
Eau	1	Toulouse	E1T	Agro+Eco+ESC	4
		Melbourne	E1M	SE	3
	2	Lyon	E2L a	SVT	5
		Lyon	E2L b	SVT	6
	4	Lyon	E4L	SVT	5
		Melbourne	E4M	SE	6
	5	Lyon	E5L	SVT	5
		Melbourne	E5M	SE	6

V.1.2 Choix de QSVE

Les trois QSVE retenues s'inscrivent dans la thématique « Nourrir l'humanité », que nous avons choisie pour son potentiel à motiver une réflexion individuelle et collective. Chaque participant peut en effet se sentir concerné : en tant que consommateur inscrit dans le présent de son groupe social, en tant que scientifique détenteur de connaissances plus ou moins actualisées, en tant que citoyen du monde impliqué dans une réflexion sur l'avenir. Nous avons choisi ces trois QSVE pour leurs contextes différents (contexte local, lointain, global). Nous présenterons en détail les questions controversées au paragraphe 5.3. Deux QSVE concernent les actions humaines sur la qualité des eaux et sont fortement inscrites dans le territoire local : *Seawater desalination in Australia* et Marées vertes en Bretagne. L'évolution de la consommation humaine de viande est une question plus globale dont la médiatisation est grandissante. Il s'agit d'envisager l'évolution de la consommation de viande à l'horizon 2050 à l'échelle globale, en regard des prévisions démographiques de l'ONU, des projections de la FAO et des scénarios Agrimonde du CIRAD et de l'INRA (2009).

V.1.3 Revues de presse mises à disposition

Pour chaque QSVE, nous avons élaboré un dossier qui a été mis à disposition dans les ENT, en langues anglaise et française (annexes 2 à 7). Chaque dossier, constitué de 4 pages, est une revue de presse conçue pour apporter des éléments de réflexion sans clore la controverse ni prétendre à l'exhaustivité. Il s'agit d'apporter à la réflexion une pluralité d'arguments et des témoignages divergents afin de stimuler des recherches bibliographiques complémentaires. Les trois dossiers ont été construits sur le même modèle. La première page présente la QSVE sur le modèle du « grand débat » mensuel de la revue *La Recherche*. Elle situe la controverse en quelques lignes, l'illustre avec une image accompagnée d'une question orientée vers des choix d'actions individuelles et collectives (Viande, en manger ou pas ? Marées vertes : quelle stratégie adopter ? Le dessalement est-il la solution ?). Elle est complétée par 4 encadrés apportant des éléments factuels tels que des valeurs de consommation, de productions, de croissance démographique. Golder & Favart (2003) ont montré que pour produire une argumentation élaborée, les élèves doivent se sentir concernés par le problème et percevoir la possibilité d'un débat entre deux positions adverses. C'est pourquoi la deuxième page met en scène deux points de vue très divergents ; elle présente des prises de positions opposées et illustre la vivacité sociale de la controverse avec des images de manifestations ou des extraits de slogans. Les troisième et quatrième pages sont organisées sur le modèle de « Foires Aux Questions ». Elles ouvrent des pistes de réflexion d'ordre

scientifique et sociologique en apportant des témoignages, des résultats d'enquêtes et de recherches controversées (par exemple à propos des réserves d'eau de Melbourne et des risques de sécheresse, du coût financier du dessalement, des possibles progrès technologiques, des dangers de la surconsommation de viande, des effets de différents types d'élevages sur les agrosystèmes locaux et à l'échelle globale) en soulignant des valeurs éthiques engagées telles que le respect du bien-être animal, de l'évolution et de la supériorité de l'espèce humaine.

V.1.4 Choix d'outils numériques

Dans notre scénario, les groupes ont disposé de wikis et de forums pour leur écriture collaborative. Un wiki est un système de gestion de contenu de site internet inventé par Ward Cunningham en 1995, qui rend les pages Web librement et également modifiables par tous les visiteurs autorisés (Potin, 2007). C'est un éditeur de texte en ligne qui permet à un groupe de contributeurs de créer des contenus thématiques de type « fiches encyclopédiques de référence » en les organisant librement en différentes sections. Chacun peut ajouter, modifier, supprimer du contenu. L'encyclopédie *wikipedia* en est le produit le plus connu. Le wiki rend l'écriture à plusieurs mains très facile (le terme « wiki » proviendrait d'une expression hawaïenne *wiki wiki* signifiant rapide). Dans les wikis, l'écriture collective peut être synchrone, mais elle est généralement asynchrone (le support ne nécessite pas la présence simultanée des auteurs) par accumulations et modifications permanentes. Ollivier (Ollivier, 2007) a montré que l'utilisation de la technologie des wikis en situation scolaire conduit à développer l'autonomie des apprenants, mais aussi la production d'interactions sociales entre pairs en redéfinissant les relations entre enseignants et apprenants. Nous avons choisi cet outil numérique car il privilégie la créativité et oriente *a priori* vers un travail collaboratif. Les relations entre auteurs y sont horizontales (non hiérarchiques) et l'organisation se dessine, sans règles préalables, au fur et à mesure du processus d'écriture. Chaque intervenant apporte sa contribution en pouvant s'inspirer ou non des apports réalisés précédemment par les autres. Contrairement au wiki, un blog est composé d'articles rédigés sur le principe d'un journal de bord. A chaque article, sont associés une date et des mots clés, et le lecteur peut commenter le sujet si le propriétaire du blog a activé cette option. Nous avons en 2011 préféré le wiki au blog, qui selon Potin (2007, *ibid.*) oriente davantage vers le travail coopératif, c'est-à-dire un travail de groupe hiérarchiquement organisé impliquant que dès le départ chacun sait ce qu'il doit faire et partage des éléments uniquement pour arriver à son objectif individuel. Nous verrons au chapitre VI que la propension à la distribution des tâches se retrouve toutefois avec les wikis. Les technologies numériques évoluent rapidement, et au cours de l'année 2012,

certaines étudiants ont demandé à utiliser un nouvel outil d'écriture collaborative, *google doc*, qui s'est généralisé depuis et dont on retrouve les successeurs avec le partage de fichiers dans le « *cloud* » proposé par des services tels que les *dropbox*. Nous avons encouragé les étudiants à utiliser tout de même les wikis des ENT de leurs institutions, en particulier car nos analyses utilisent la fonction « historique » de ces outils, qui permet de suivre les évolutions de la production collective liées à chaque contribution individuelle.

Nous avons adossé des forums aux wikis. Notre choix a donc été d'organiser des interactions en ligne exclusivement par l'intermédiaire de l'écrit plutôt que de rechercher des interactions orales, lesquelles auraient été techniquement envisageables avec des supports du type visioconférence. Nous avons privilégié l'écrit car il encourage à peser ses mots, d'autant plus que les participants ayant conscience que leurs contributions resteront gravées dans les disques durs réagissent rarement à chaud. Un forum est un service permettant l'échange et la discussion sur un thème donné de manière asynchrone. Le choix de cet outil évite d'avoir à organiser des rencontres en temps réel, ce qui n'aurait pas été évident avec le décalage horaire entre la France et l'Australie, et ce qui permet aux participants de travailler lorsque leur emploi du temps le permet (nous avons d'ailleurs enregistré un très grand nombre de contributions la nuit et les dimanches). Ce choix résout également la question de l'équilibre des temps de parole et des interruptions intempestives, tout en limitant les effets de prise de pouvoir et de leadership observables dans les débats oraux. Dès 2002, Faerber (2002) soulignait l'intérêt pédagogique du balayage possible par les utilisateurs de l'ensemble des fils de discussions précédant le dépôt de messages dans les forums. Ce caractère synoptique, qui permet à chaque utilisateur de lire à tout moment les interventions de tous les autres, de passer en revue tous les échanges se rattachant à l'aspect du problème qu'il aborde, de retrouver visuellement les argumentations qui ont été avancées, a été déterminant dans notre choix de scénario. Nous aurions pu proposer d'autres outils de collaboration passant par l'écrit. Nous avons écarté les messageries instantanées qui auraient privé les participants de la prise de recul autorisée par le caractère asynchrone et synoptique des forums, et d'autres supports tels les « *twits* » nous sont parus moins propices au développement d'argumentations à cause de la limitation de la longueur des messages.

L'ensemble des contributions aux forums et wikis s'est effectué dans des espaces collaboratifs privés dont nous avons géré les droits d'accès. Contrairement aux forums et wikis ouverts dans le web public, ce sont les noms d'utilisateurs des étudiants dans les ENT et

pas des pseudonymes qui étaient affichés lors de leurs contributions (cf. annexe n° 8)⁷⁰. Nous avons fait le choix d'une identification authentique afin de privilégier l'engagement des participants dans leur identité propre.

V.1.5 Rubriques des wikis

Les groupes ont eu pour tâche de rédiger collectivement un wiki susceptible d'être déposé dans le web public, dont l'objectif central était de répondre à la question : « *D'après vous, que faut-il faire ? Pourquoi et à quelle(s) conditions(s) ?* ».

La première partie de cette question n'incite pas forcément à développer une argumentation et peut encourager le groupe à limiter la production collective à la sélection d'une seule réponse parmi les pistes envisagées au cours du processus collaboratif. C'est la raison pour laquelle nous avons repris la formulation « *pourquoi et à quelles conditions* » par référence aux résultats de Slater et Kuhn, cités par M. Grace (2009). Elle encourage les étudiants à peser à partir de quelles conditions (nouveaux savoirs, nouvelles technologies disponibles, incertitudes levées, etc.) ils pourraient changer d'avis. Grace se demande « *Are there features common to high quality discussions which might be readily identified by classroom teachers ?* », et établit un gradient de qualité de l'argumentation en s'appuyant sur la combinaison de trois critères : la justification ou non de la prise de décision, le choix des arguments, la prise en compte de différentes alternatives afin de répondre. Nous avons en outre observé lors d'une précédente recherche (Morin & Simonneaux, 2011, *ibid.*) que des questions complémentaires favorisent les justifications fonctionnelles des choix et l'exploration par chacun de sa propre opinion. Nous avons donc proposé une structuration des wikis en six rubriques : ce qui rend cette question sensible ; ce que nous apprennent les personnes concernées ; dans une recherche de l'intérêt collectif, quelles sont les pistes d'actions possibles ? Quelles sont celles que votre groupe retient, pourquoi et à quelle(s) conditions(s) ? Quels sont les points de divergence dans votre groupe autour des actions sélectionnées ?

V.1.6 Des variations selon les sessions

Selon les sessions et donc en fonction des institutions universitaires de rattachement des participants, nous avons utilisé différentes plateformes numériques. Les étudiants

⁷⁰ L'annexe n° 8 présente la forme du support numérique utilisé telle qu'extraite de la plateforme (fichier .pdf). Il s'agit du forum entre les groupes E1T et E1TM, dans lequel nous avons bien entendu masqué les patronymes et les photographies des participants ici. Pour faciliter la lecture des autres forums, nous présenterons les versions transcrites en traitement de texte.

australiens ont été inscrits en tant qu' « *invités* » dans les ENT de l'UCBL Lyon 1 et de l'ENFA. Pour la session 1, l'ENT de l'ENFA était un support *Moodle*. A la session 3, cet ENT était devenu la plateforme *Univert Enfa*⁷¹. Dans ces ENT, les rubriques des wikis ne sont pas prédéfinies, les utilisateurs les ouvrant au fur et à mesure de leurs travaux (cf. annexe n° 9 wiki 1 du groupe V1T). Nous leur avons proposé le découpage indiqué ci-dessus, tous ne l'ont pas utilisé (cf. chapitre VI). Les sessions 2, 4 et 5 ont eu pour support l'ENT de l'UCBL ; dans la version de 2011 il s'agissait de la plateforme *Spiral* et en 2012 de sa version actualisée nommée *Spiral connect*⁷². Les rubriques des wikis ont été imposées aux étudiants de la session 2 (cf. annexe n° 10 wiki 2 du groupe V2La), mais après avoir constaté un effet non souhaité (cf. chapitre VI) tendant à favoriser la coopération plutôt que la collaboration, nous avons choisi pour les sessions 4 et 5 de laisser la structuration des wikis à la liberté des groupes.

Le corpus de l'ensemble des échanges de vingt-quatre groupes dans les ENT est conséquent. Nous avons à l'origine pensé le mettre en ligne afin de mettre à disposition l'ensemble des données analysées dans le format présenté par les ENT, en insérant des liens hypertextes entre le présent texte et les enregistrements bruts ainsi qu'avec les tableaux et graphiques traduisant les analyses. Le respect de l'anonymat des participants ne l'a pas autorisé. En effet, les fichiers au format « pdf » générés par les ENT de l'ENFA (*moodle*, *Univert*) contiennent des photographies des participants aux forums, et dans la plateforme numérique *Spiral Connect* de Lyon 1 les noms des participants sont automatiquement affichés dans l'historique des wikis. Il n'est techniquement pas possible de masquer cet affichage pour rendre ces documents accessibles en ligne car ceci impliquerait de modifier les identifiants des étudiants dans un registre gérant les accès aux plateformes et les inscriptions à l'Université Lyon 1. Nous avons par conséquent réalisé des transcriptions en traitement de texte des contributions dans les forums et wikis dont nous présenterons une sélection.

Les groupes ont rassemblé pour la plupart quatre à six participants (cf. tableau V.1). Les groupes de l'ENFA ont été pluridisciplinaires (Economie, Education Socio-Culturelle, disciplines agronomiques c'est-à-dire production animale, production végétale ou production horticole), ceux de Lyon et de Melbourne sont respectivement de la spécialité Sciences de la Vie et de la Terre (SVT) du master Enseignement et Diffusion des Sciences Expérimentales (EDSE), et de la filière Sciences de l'Environnement en Australie (cf. tableau V.1). Les

⁷¹ Accessible à <http://univert.enfa.fr/>

⁷² Accessible à <http://spiralconnect.univ-lyon1.fr/>

travaux d'expertise des QSVE ont été inclus dans des Unités d'Enseignement des différents parcours, à l'exception du cas des australiens de la première session. Nos collègues de Melbourne ont eu des difficultés à « recruter » des volontaires acceptant de participer à des activités supplémentaires non-inscrites dans leur parcours universitaire (donc pas évaluée). Ils n'ont été que six (A1M-1 ; E1M-1,2 et 3 ; V1M-1, 2 et 3) pour traiter les trois QSVE : le choix de la QSVE était libre et une seule étudiante a travaillé sur le cas des marées vertes. Au vu du faible effectif, un étudiant a accepté de travailler la QSVE de la consommation de viande puis celle du dessalement d'eau de mer (il a donc deux pseudonymes dans notre système d'anonymat : V1M-1 et E1M-3).

Pour les treize étudiants français de la première session, inscrits dans un master en formation à distance qui se mettait en place cette année-là, nous sommes parvenus à introduire ces activités dans une Unité d'Enseignement d'anglais. Leurs travaux ont été accompagnés par un enseignant d'anglais qui les a évalués sur leur participation aux échanges et la progression de leurs compétences linguistiques. Pour les autres sessions, les activités des étudiants étaient inscrites dans des Unités d'Enseignement (UE) de leurs masters 1 : *Epistémologie et didactique des Questions Socialement Vives* pour les étudiants de l'ENFA de la session 3, *Epistémologie et Didactique de l'Education à l'Environnement et au Développement Durable* des étudiants lyonnais des sessions 2, 4 et 5, *Issues in Science and Environmental Education* pour les étudiants australiens des sessions 4 et 5. Ces activités ont servi de travaux dirigés préparant à l'évaluation finale de l'UE.

La première session a été essentiellement conduite à distance, bien que certains étudiants aient pu se rendre à Toulouse pour un regroupement en début de semestre au cours duquel ils ont pu choisir la QSVE et participer à un premier *brainstorming* d'un quart d'heure. Les travaux à distance sur cette partie ont été estimés équivalents à six heures de travaux dirigés en présentiel.

La deuxième session a eu lieu entre étudiants lyonnais se connaissant depuis plusieurs semaines puisqu'étant de la même filière et de la même promotion de master. Ils ont travaillé deux fois trois heures sur ces QSVE. La première demi-journée a été consacrée à l'écriture du premier wiki (V2La, A2La et E2La le matin du 10 mars 2011, V2Lb, A2Lb et E2Lb l'après-midi). Ils ont, durant une séance commune la semaine suivante, échangé leurs productions, rédigé des commentaires mutuels (annexes 11 à 16), débattu de ces commentaires puis modifié chacun leurs wikis 1. Chacun de ces six groupes a donc négocié un wiki 2.

La troisième session rassemblait en octobre 2011 des étudiants de l'ENFA en tout début d'année de formation durant une période très chargée. Leur effectif réduit (ils étaient

dix-neuf) nous a conduit à ne leur soumettre que deux QSVE : les marées vertes et la consommation de viande. Afin de susciter des réactions mais sans leur imposer, nous leur avons ouvert la possibilité de consulter les wikis 1 des groupes de leur session ayant travaillé sur la même QSVE (les paires de groupes étant V3Ta-V3Tb ; A3ta-A3Tb) et d'échanger sur un forum intergroupe, mais ils n'ont pas exploité cette offre. Ils n'ont pas non plus réagi lorsque nous leur avons donné accès aux solutions proposées par les étudiants lyonnais de la session 2.

Les sessions 4 et 5 se sont déroulées en mars et avril 2012. Les effectifs d'étudiants lyonnais et australiens nous ont permis de constituer quatre groupes, auxquels nous avons cette fois imposé les étapes du scénario (rédaction des wikis 1 puis participation aux forums internationaux et rédaction des wikis 2). Les groupes lyonnais ont préparé leurs wikis 1 à distance sur une durée estimée équivalente à trois heures de travaux dirigés en présentiel. Les forums entre ces quatre groupes (V4L-V4M ; E4L-E4M ; V5L-V5M ; E5L-E5M) ont été animés, nous avons estimé le temps de travail équivalent à une heure de travaux dirigés en présentiel, et chacun des huit groupes a rédigé un wiki 2 durant une séance de deux heures.

Les sessions 1, 4 et 5 ont nécessité l'utilisation de l'anglais pour les échanges franco-australiens. Les australiens ont utilisé leur langue maternelle. Les étudiants français de la session 1 ont rédigé leurs wikis en anglais puisqu'il s'agissait d'une activité inscrite dans l'UE de langue étrangère. Pour les groupes français des sessions 4 et 5, nous n'avons pas eu cette exigence et nous avons pris en charge avec l'aide d'une professeure d'anglais, les traductions et aides à la compréhension des wikis 1 avant de les mettre à la disposition des groupes correspondants (cf. annexes 17 à 24). Les contributions aux forums ont été traduites avec des dictionnaires en ligne (*Wordreference et google translate*). Afin de limiter les incompréhensions, nous avons demandé aux français qui se sentaient le moins à l'aise en anglais de rédiger leurs messages dans les deux langues.

Nous avons de plus ouvert durant la session 1 un espace de convivialité nommé « *coffee house* » ; il a été apprécié par les étudiants, mais la multiplicité des outils à disposition a généré des incompréhensions et des confusions quant à la fonction des différents supports. Nous n'avons donc pas renouvelé cette expérience avec les sessions 4 et 5.

Les variantes au scénario commun sont donc i) au niveau de la constitution des groupes (étudiants d'une même discipline ou non, dans l'éducation nationale ou l'enseignement agricole, en France ou en Australie), ii) au niveau de l'utilisation de la langue maternelle ou non durant les échanges internationaux, iii) au niveau du dispositif d'échanges intragroupes (débat oral et/ou forum de discussions).

Tableau V-2 : Particularités des différentes sessions

sessions	Particularités	Groupes français	Groupes australiens
1 (session de mise en place du dispositif)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Printemps 2011, ○ ENT : <i>Moodle Enfa</i> ○ Les trois QSVE ○ Coffee house ○ Rubriques du wiki non imposées ○ 6 heures éq. TD présentiel 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Groupes pluri-disciplinaires ○ UE d'anglais ○ 15 minutes de présentiel avant le forum ○ Ecriture des wikis en anglais 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Activité supplémentaire ○ Etudiants volontaires ○ Etudiants non évalués ○ Travail entièrement à distance
2	<ul style="list-style-type: none"> ○ Printemps 2011 ○ ENT : <i>Spiral</i> ○ Les trois QSVE ○ Rubriques du wiki imposées ○ Tout présentiel, 6H TD 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Groupes mono-disciplinaires de SVT échangeant entre eux en présentiel ○ UE <i>Education à l'Environnement et au Développement Durable</i> 	
3	<ul style="list-style-type: none"> ○ Automne 2011 ○ ENT : <i>Univert-Enfa</i> ○ QSVE algues et viande ○ Rubriques du wiki non imposées ○ 6 heures éq. TD présentiel 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Groupes pluri-disciplinaires qui auraient dû échanger entre eux mais ne l'ont pas fait ○ UE <i>Epistémologie et didactique des Questions Socialement Vives</i> ○ Présentiel (groupes a) ou non (groupes b) avant les forums 	
4 et 5	<ul style="list-style-type: none"> ○ Printemps 2012 ○ ENT : <i>Spiral connect</i> ○ QSVE dessalement et viande ○ Rubriques du wiki non imposées ○ 6 heures éq. TD présentiel 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Groupes mono-disciplinaires de SVT ○ UE <i>Education à l'Environnement et au Développement Durable</i> ○ Construction du wiki 1 à distance sans présentiel préliminaire ○ Aide à la compréhension des wikis 1 australiens ○ Forum international en langue étrangère 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Groupes mono-disciplinaires de sciences de l'Environnement ○ UE <i>Issues in Science and Environmental Education</i> ○ Présentiel et forum ○ Traduction des wikis 1 français fournies

V.2 Méthode d'analyses du corpus

Deux approches complémentaires nous permettent de suivre les interactions : celle des RSSD développés dans les wikis (Morin & Simonneaux, 2011 *ibid.*) et celle des dynamiques des échanges - orientation des discussions et domaines de validité des arguments (Morin, Simonneaux, Tytler & Simonneaux, 2011). Les RSSD seront analysés selon deux angles. Raisonner consiste à mettre en relation à l'aide de la raison des éléments dans une recherche d'explications ou de résolutions. Un raisonnement étant un ensemble d'opérations discursives de la pensée qui consiste à enchaîner des idées ou des jugements, il est un processus. Il est aussi le produit de ce processus lorsqu'on examine la mise en cohérence des arguments employés dans la démonstration de la pertinence d'une conclusion. Nous examinerons l'un et l'autre : d'une part en tant que processus *via* le suivi de leur construction dans les forums et l'historique des wikis en cours d'élaboration, d'autre part en tant que produit dans l'état que les groupes choisissent de présenter à l'instant t.

V.2.1 Analyse des RSSD

V.2.1.1 Construction du modèle d'analyse

Nous avons développé au chapitre III le cadre théorique conduisant à retenir six dimensions pour les analyses de RSSD et pour chacune quatre niveaux d'approfondissements en référence aux travaux de Perry (1999, *ibid.*) et Moore (2002 *ibid.*). Les indicateurs des différents niveaux pour chaque dimension sont les produits d'un travail théorique en amont et de nombreuses itérations d'un processus de triangulation au sein de notre équipe de chercheurs. Nous avons en effet précisé la formulation des indicateurs de cette grille d'analyse en prenant autant appui sur les discours produits par les participants que sur les cadres théoriques précédemment définis.

Ce travail a débuté avec une précédente recherche au cours duquel un premier modèle a été élaboré de manière théorique, puis testé pour analyser des discours individuels produits par dix-huit étudiants en master 1 à l'UCBL Lyon 1. Ces étudiants issus de différents parcours de Licence ont rédigé des textes individuels pour répondre, avant et après la mise en débat entre eux d'une QSVE⁷³ dans la région Rhône Alpes à la question « *D'après vous, que*

⁷³ Il s'agissait de la lutte contre la chrysomèle du maïs (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte). La présence de ce ravageur est connue en France depuis 2002, elle a été identifiée pour la première fois en 2007, dans un champ à côté de l'aéroport international Lyon/Saint-Exupéry. Les larves de ce coléoptère se nourrissent des

faudrait-il faire, pourquoi et à quelle(s) condition(s) ? » Après avoir effectué un codage préliminaire des discours par des valeurs de 1 à 4 pour chaque dimension avec les critères préalablement choisis, nous avons demandé à deux autres chercheurs (Laurence et Jean Simonneaux) de se prêter au même exercice en aveugle, en particulier pour des extraits que nous trouvions délicats à catégoriser. Nous avons considéré que les indicateurs étaient opérationnels lorsque trois analystes s'entendaient sur les mêmes codages pour trois textes, ce qui a permis d'établir une grille de référence utilisée dans la première version de notre modèle (Morin & Simonneaux, 2011 *ibid.*). Nous avons avec ce premier corpus analysé des RSSD individuels, et nous avons observé des bas niveaux d'approfondissement pour la plupart des productions avant le débat. Une progression nette avec une majorité de niveaux 3 a été observée après la mise en débat (des résultats de cette étude sont indiqués au chapitre VI, figures VI.2 et VI.3). Ce furent donc les indicateurs des niveaux 1 à 3 qui ont été les plus clairement explicités par la référence empirique à des productions dans cette première phase.

La version du modèle d'analyse actuel a été conçue de manière à s'appliquer à des productions individuelles ou collectives. Le dispositif présenté en V.1 a permis d'obtenir des RSSD plus approfondis (cf. chapitres VI et VII), ce qui a rendu possible, avec le même processus de triangulation entre analystes, de préciser les indicateurs des niveaux 3 et 4 par référence à des résultats observés. Précisons que pour les textes rédigés en anglais par les étudiants australiens, nous avons associé un chercheur anglophone (Russell Tytler) à la triangulation ; ceci a impliqué la traduction des indicateurs (Morin, Simonneaux, Tytler, & Simonneaux, 2013), laquelle nous a conduit à un degré de clarification et d'explicitation supplémentaire. Le tableau V.3 présente la dernière version de la grille dans sa formulation française.

racines du maïs et peuvent entraîner jusqu'à 80% de perte de récolte. En août 2009, les services de la préfecturaux ont organisé l'épandage aérien de Deltaméthrine (puissant insecticide pyréthrinioïde) sur des parcelles de la commune de Leyment, dans le département rural de l'Ain où le maïs constitue la principale production agricole. Cette intervention de l'État a été vécue comme une ingérence par les habitants de cette commune, et des représentants de collectivités locales (le maire, le député, le président de région, un sénateur) se sont clairement positionnés contre. Ils expriment leur inquiétude vis-à-vis des risques sanitaires et environnementaux liés à la propagation des aérosols de ce pesticide et à la concentration de ces résidus dans les nappes aquifères, autant que leur incompréhension devant une décision si éloignée des objectifs du plan Écophyto visant à réduire de moitié l'utilisation de telles substances en agriculture à l'horizon 2018.

Tableau V-3 : Grille d'analyse des RSSD

<i>La graduation des niveaux prend en compte :</i>	Dimensions :	Niveau 1 : Le raisonnement est construit en considérant qu'il y a une seule bonne réponse.	Niveau 2: Plusieurs composants de la QSVE, éléments de savoirs, sources d'informations, valeurs sont identifiés, mais sans chercher à les intégrer. Le raisonnement juxtapose, liste, décrit.	Niveau 3: Un besoin d'intégration des dimensions du raisonnement émerge. La mise en cohérence est cependant construite selon une perspective dominante.	Niveau 4: Le raisonnement ne vise pas à clore la (les) controverse(s) mais explore les solutions intégrant les éléments de contexte (intérêts des parties prenantes, dynamiques socio-écologiques, savoirs pluriels) dans un processus démocratique négocié.
<i>la reconnaissance de la complexité dans la construction du problème.</i>	P: Problématisation Les différents volets (environnementaux, sociaux, économiques) de la QSVE sont-ils abordés selon différentes perspectives ?	<i>Un seul volet (environnemental, social, économique) de la question est abordé selon une seule perspective.</i>	<i>Un seul volet (environnemental, social, économique) est considéré selon différentes perspectives, OU plusieurs volets (environnementaux, sociaux, économiques) sont envisagés mais selon une seule perspective.</i>	<i>Les différents volets (environnementaux, sociaux, économiques) de la question sont considérés selon différentes perspectives, mais sans considérer les intérêts divergents des parties prenantes.</i>	<i>La(les) nature(s) de la (des) controverse(s) est (sont) identifiée(s), et la (les) controverse(s) est (sont) reliée(s) aux intérêts divergents des parties prenantes.</i>
<i>la reconnaissance de la dynamique des socio-écosystèmes.</i>	I: Interactions Les dynamiques des socio-écosystèmes sont-elles envisagées à travers différentes échelles sociales, spatiales et temporelles ?	<i>Aucune échelle (sociale, temporelle ou spatiale) du contexte de la question n'est précisée, le contexte est soit présenté comme très général, soit limité au familial, proche et quotidien.</i>	<i>Des effets économiques, sociaux ou environnementaux sont cités à différentes échelles (sociale, temporelle ou spatiale), au-delà des généralités ou au-delà du contexte familial, proche et quotidien.</i>	<i>Des interactions spatiales et temporelles sont décrites sans considérer la dynamique des socio-systèmes OU les interactions entre différents groupes sociaux sont décrites sans considérer la dynamique des écosystèmes.</i>	<i>Les interactions à travers différentes échelles sociales, spatiales et temporelles sont décrites en intégrant les dynamiques sociales ET écologiques des socio-écosystèmes.</i>
<i>l'articulation des différentes formes de savoirs (académiques ou non).</i>	K: Savoirs Comment les différents types de savoirs sont-ils mobilisés?	<i>Un seul type de savoir, académique ou non académique (vernaculaire, professionnel, médiatique...) est considéré.</i>	<i>Différents éléments de savoirs (académiques ou non) sont juxtaposés.</i>	<i>Les savoirs socio-scientifiques mobilisés sont reliés dans une cohérence privilégiant une seule perspective.</i>	<i>Les savoirs socio-scientifiques sont articulés en considérant diverses perspectives.</i>
<i>l'expression de doute épistémologique et la nature contextualisée des conclusions.</i>	U: Incertitudes et risques Les conditions de validité des savoirs et les risques technoscientifiques sont-ils saisis ?	<i>Aucun manque d'information n'est perçu. Les assertions sont présentées comme des vérités.</i>	<i>Des déclarations contradictoires sur la question basées sur différentes sources d'information sont identifiées. Ou des limites de validité des affirmations sont précisées.</i>	<i>Différentes sources d'informations sont coordonnées pour évaluer les conclusions contradictoires sur les risques ou les solutions envisagées.</i>	<i>Pour réduire les risques et évaluer les incertitudes, le besoin d'interpréter les conclusions en fonction des contextes est exprimé.</i>
<i>la clarification et l'explication des valeurs.</i>	V: Valeurs Y-a-t-il reconnaissance et discussion des valeurs impliquées dans la question ?	<i>Ni la présence de valeurs ni celle de croyances sous-jacentes aux arguments avancés n'est évoquée.</i>	<i>Des valeurs sous-jacentes aux argumentations sont identifiées.</i>	<i>Les valeurs estimées centrales dans la controverse sont explicitées.</i>	<i>La diversité des valeurs et principes engagés est reconnue et une position axiologique est défendue.</i>
<i>la participation des divers groupes sociaux aux procédures régulatrices.</i>	G: Gouvernance Les relations entre les intérêts des parties prenantes sont-elles considérées au niveau de différentes institutions sociales (groupes familiaux, groupes de pairs, groupes professionnels, institutions, nations...)?	<i>Les préoccupations des différentes parties prenantes ne sont pas prises en compte.</i>	<i>Les solutions envisagées s'imposent aux parties prenantes.</i>	<i>Une participation active des différentes parties prenantes dans un processus de régulation ouvert est envisagée.</i>	<i>La façon de mettre en place les procédures de régulation entre les catégories d'institutions sociales est discutée.</i>

Nous utiliserons les initiales en anglais des six dimensions P, I, K, U, V et G (problématisation, interactions, savoirs, incertitudes, valeurs et gouvernance) afin d'éviter la confusion entre Interactions et incertitudes (Uncertainties).

V.2.1.2 Des exemples de différents niveaux

Nous citons ci-dessous des extraits de wikis traitant les différentes QSVE pour exemplifier les niveaux repères des approfondissements des RSSD que notre grille permet d'analyser. Précisons que les extraits de wikis et de forums que nous citons dans les chapitres V, VI et VII sont bruts ; ils contiennent des erreurs orthographiques, grammaticales, linguistiques lorsque les français ont écrits en anglais, ainsi que des erreurs de frappe. Nous n'avons pas précisé *[sic.]* pour chacune afin de ne pas alourdir l'ensemble.

L'analyse d'un texte de plusieurs pages ne peut être réduite à celle de quelques lignes. Les annexes 25 à 48 rapportent les wikis 1 et 2 dans leur intégrité avec une colonne à droite dans laquelle nous avons indiqué nos repères de codage. Les extraits suivants ont été sélectionnés pour leur capacité à rendre compte en quelques lignes de niveaux d'approfondissement, ils ne peuvent que servir d'illustrations. Dans les wikis complets, des niveaux d'approfondissement variés du RSSD apparaissent selon les thèmes. Nous avons retenu pour le codage des textes la valeur maximale observée de la dimension considérée.

Nous avons vu au chapitre III que la problématisation peut être analysée par l'examen des perspectives de la QSVE retenues par le groupe, les perspectives impliquant des choix parmi les éléments des volets économiques, sociaux, environnementaux des situations. Nous verrons au chapitre VI que les futurs professeurs de SVT n'ont pas le même point de vue initial sur les marées vertes que les agronomes spécialisés en production animale, et que les étudiants australiens ayant éprouvé des restrictions d'eau n'abordent pas la QSVE du dessalement comme des européens. Une perspective est toujours naturellement privilégiée, celle correspondant au vécu des participants. Nous examinons dans quelle mesure le collectif s'en décentre. Cette analyse permet d'identifier les trois premiers niveaux d'approfondissement de la dimension P dans notre modèle. Au niveau 1, un seul volet est ouvert, c'est toujours celui de l'environnement au sens écologique ; extrait du wiki d'E4L :

[...] projet de dessalement de l'eau de mer qui est une solution efficace visant à obtenir une eau potable. Pour autant elle peut entraîner de grave conséquences environnementales et écologiques. De par ce travail collectif, nous allons tenter de mettre en évidence quelles sont les inconvénients du dessalage de l'eau de mer et comment peut on remédier à ce problème d'eau potable via des solutions autres. [...]

Au niveau 2, plusieurs volets peuvent être ouverts, chacun restant examiné selon une unique perspective :

[...] La production de viande pose trois principaux problèmes :

- la production massive de gaz à effet de serre ("le bétail est responsable de 18% des émissions de gaz à effet de serre" selon un rapport de la FAO :Food and Agriculture Organization of the United Nations)
- la difficulté de production de suffisamment de viande pour toutes les populations aspirant à ce mode de nutrition.
- l'utilisation de 70% de la consommation d'eau douce (« Privez-vous d'un seul hamburger et vous économiserez autant d'eau que si vous preniez 40 douches en laissant couler l'eau à minima », Ed Ayres, du World Watch Institute dans son ouvrage *Comment devenir végétarien*) [...]

Dans cet extrait du wiki du groupe V2La, le volet social est simplement ouvert sans approfondissement avec la citation de l'aspiration des populations à l'alimentation carnée. Le volet environnemental est ouvert également avec la question des gaz à effet de serre et celle de la consommation d'eau, les deux n'étant appréhendées que comme des problèmes à l'échelle globale liés à la production de viande, en considérant uniquement le bétail (et non la volaille), sans que les effets bénéfiques du pâturage ne soient envisagés, ou qu'une distinction soit effectuée entre élevage intensif et extensif.

Au niveau 2, un seul et même volet peut être examiné sous différentes perspectives ; c'est le cas pour le volet social dans cet extrait du wiki du groupe V3Tb :

[...] Il se pose alors la question de la durabilité de ce type de production en prenant en compte trois faits :
Premièrement, le fait que la population mondiale ne va pas cesser de croître
Deuxièmement, le fait que la consommation de viande reste très inégale
Troisièmement, le fait que l'agriculture et l'élevage intensif engendrent des productions industrielles au détriment de l'agriculture paysanne, respectueuses de l'environnement et de la vie de l'animal. [...]

Avec le niveau 3, les deux caractéristiques du niveau 2 sont associées : chacun des trois volets classiquement associés à la durabilité (volet environnemental, social et économique) est examiné selon différentes perspectives. Nous ne produirons pas ici d'extraits qui seraient très longs. Le lecteur trouvera de nombreux exemples dans les annexes 25 à 48 présentant les wikis, le tableau VI.1 permettant de repérer les niveaux d'approfondissement des RSSD des différents groupes.

Le niveau 4 d'approfondissement de la dimension Problématisation est celui auquel les groupes arrivent lorsque la nature controversée de la situation-problème est explorée. Il implique non seulement la prise en compte de diverses perspectives mais également l'analyse critique des argumentations conduisant à la pondération des discours aux intérêts divergents des parties prenantes. Quelques extraits de la partie II du wiki du groupe A3Ta (annexe n°47) illustrent la construction d'une telle objectivité de second rang :

[...] Les associations écologistes, outre leur intérêt pour la défense de l'environnement, tentent avant tout d'alerter l'opinion sur la dangerosité des algues vertes. On peut regretter, qu'au travers de la dénonciation des méfaits de l'agriculture intensive en Bretagne, leur contestation provoque la stigmatisation de toute une profession et entraîne une crispation des agriculteurs. D'un autre côté, elles sont les seules organisations qui ont les moyens de faire pression sur les pouvoirs publics. Malgré tout, à part les actions symboliques, sont-elle vraiment force de proposition ? Au sein des agriculteurs [...] La position des premiers révèle les résistances et les difficultés qui apparaissent quand on parle de changement de pratiques agricoles établies depuis cinq décennies. Certains ont fait de lourds investissements pour atteindre les niveaux de production qu'on leur a demandés. [...] D'un autre côté, de plus en plus d'agriculteurs sont sensibles aux préoccupations environnementales et s'attachent à trouver des solutions pour limiter le taux de nitrates dans les sols. On peut citer les pratiques d'analyse de taux de nitrate dans les champs pour ajuster la quantité de fertilisant utile à leur culture, les essais de couvert végétal en hiver [...] De son côté, l'industrie agroalimentaire, acteur économique important en Bretagne, minimise elle aussi l'impact des algues vertes car elle n'a aucun intérêt à un changement du tissu agricole breton [...]

L'analyse des approfondissements de la dimension Interactions est à la fois celle des approches multi-scalaires et de l'exploration systémique des dynamiques des socio-écosystèmes. Au niveau 1, la prise en compte des différentes échelles sociales, de temps et d'espace est inexistante, les réflexions restant soit très générales soit limitées aux contextes familiers et quotidiens. Nous n'avons pas d'exemples de ces raisonnements basiques à donner dans ce corpus de travaux collectifs, nous en avons en revanche observé de nombreux lors de l'analyse précédemment citée de discours individuels à propos de la lutte contre la chrysomèle des racines du maïs, tels que :

[...] Il faudrait arrêter de cultiver du maïs dans les parcelles où cet insecte a été trouvé. En effet, cet insecte se nourrit de maïs et non de blé par exemple. [...]

Au niveau 2, des effets sont cités en prenant en considération différentes échelles spatiales, temporelles ou sociales, mais sans envisager de causalités réciproques. L'exemple suivant est extrait du wiki de V5L :

[...] Comme le montrent de nombreuses études, développer des alternatives de qualité dans notre alimentation en réduisant la part de protéines animales aurait un impact sensible sur le réchauffement de notre planète et permettrait également de réduire le surpoids et les risques de maladies dites de civilisation comme l'obésité ou les maladies cardiovasculaires, principalement dues à notre alimentation. [...]

Avec le niveau 3, des rétroactions sont décrites, par exemple dans cet extrait du wiki du groupe E4L :

[...] L'utilisation des eaux de pluies semble il est vrai plus écologique et économique que les centrales de dessalement. Ces eaux pourraient servir pour l'arrosage et l'évacuation des toilettes. Mais est-ce une solution sans faille? La réponse est non, en

effet l'eau récupérée est une perte directe pour le cycle de l'eau. Elle ne rejoint plus les rivières qui sont des écosystèmes en équilibre précaire, ni les nappes phréatiques qui se videraient rapidement... [...]

Mais au niveau 3, les interactions spatiales et temporelles décrites dissocient les écosystèmes des socio-systèmes. L'intégration de ces deux dynamiques correspond au niveau 4, dont l'extrait suivant du wiki du groupe V3Ta est un exemple :

[...] On commence déjà à voir les résultats. Ainsi, depuis 10 ans, les émissions de gaz à effet de serre diminuent, de même que la teneur des nitrates dans les cours d'eau. Dans des régions cumulant élevage de ruminants et élevage hors-sol, les PMPOA (programmes de maîtrise des pollutions agricole) ont permis d'améliorer les stockages des déjections et de contrôler l'épandage des engrais organiques. On commence à voir des signes d'amélioration de la qualité de l'eau dans les cantons concernés. A l'inverse, imaginer une agriculture sans élevage serait contre-productif pour l'environnement. En effet l'élevage apporte des engrais naturels très bénéfiques aux cultures et aux sols. Et les prairies que pâturent les troupeaux sont de véritables réservoirs de biodiversité essentiels aux équilibres écologiques. D'autre part, d'après l'IFOP, 24% des interviewés pensent qu'il est souhaitable de réduire significativement la consommation de viande rouge pour réduire l'impact de l'élevage sur l'environnement (ils n'étaient que 15% en 2007). [...]

Les analyses d'approfondissements de la dimension Savoirs des RSSD sont fondées sur la mise en cohérence de la pluralité des savoirs. Au niveau 1, seule une catégorie de savoirs est mobilisée. Alors que ce fut le cas lors de l'analyse des RSSD individuels à propos de la controverse « hélicoptère contre coléoptère », nous n'avons pas dans ce corpus observé de textes se limitant au niveau 1. Avec le niveau 2, différents éléments de savoirs sont juxtaposés, comme dans ces extraits du wiki 1 du groupe E4L qui accumule des données chiffrées :

[...] En utilisant une structure s'étendant à deux km au large, une usine rejettera 280 Giga Litres d'eau saumâtre chaque année [...] De plus, la construction d'une usine de désalement et son fonctionnement par la suite sont très énergivores avec un bilan énergétique conséquent: plus d' 1.4 million de tonnes de gaz à effet de serre seront rejetés pendant la construction de l'usine, puis à nouveau 1.2 million de tonnes seront émises chaque année après sa mise en service [...] L'utilisation des eaux de pluies [...] semble plus envisageable en France où la pluviométrie est acceptable avec 800mm en moyenne, mais serait-ce le cas en Australie? Plus de 80 % de sa surface connaît une pluviométrie annuelle inférieure à 600 millimètres. [...]

Le niveau 3 d'approfondissement est celui où des savoirs socio-scientifiques sont articulés, par exemple dans une perspective agronomique avec cet extrait du wiki du groupe A3Tb :

[...] La réduction de ces taux d'azote peut être envisagée à condition de réduire l'apport d'engrais minérale sur les cultures et les prairies. En effet, les engrais minéraux ont comme particularité d'être plus vite lésivés lors des pluies comparé à un amendement organique qui va être plus facilement dégradé par les micro-organismes

du sol. La solution qui serait donc envisageable serait de motiver les exploitants à convertir leur atelier de production vers une agriculture plus responsable, comme par exemple l'agriculture biologique qui n'autorise pas l'utilisation des engrais minéraux et de certains produits chimiques. L'engrais minéral serait donc remplacé par les amendements organiques. Mais il faut également réduire l'apport d'engrais azoté organique (provenant des porcheries et autres productions hors sol) qui épandu en trop grande quantité se retrouve aussi dans les eaux de ruissellement et les nappes phréatiques. Les solutions afin de réduire cette trop grande quantité de matière azoté produite pourrait passer dans un premier temps par une pratique moins intensive en réduisant les cheptels et en valorisant le produit davantage sur la qualité. [...]

Avec le niveau 4, la mise en cohérence des savoirs socio-scientifiques ne privilégie pas une seule perspective. Ainsi par exemple le groupe V2La examine-t-il la possibilité de productions in vitro de viande en considérant les contraintes techniques mais aussi la faisabilité en termes économiques, et l'acceptabilité sociale de cette biotechnologie :

[...] Il est aussi envisageable de promouvoir la culture de cellules musculaires en tant que compromis : nous continuerions à consommer de la viande (bien que pas naturelle), tout en réduisant considérablement les dégâts collatéraux (antibiotiques, hormones de croissance, pollution des sols, etc...) L'équipement nécessaire à l'exploitation de cette solution peut cependant poser problème : Si les pays en voie de développement ne parviennent déjà pas à créer suffisamment de fermes pour s'alimenter en viande autant que dans les pays "développés", il est encore moins probable qu'ils puissent créer des laboratoires pour la culture de cellules musculaires. Le deuxième gros problème de cette éventualité réside dans le choix du consommateur : tant que cette technique ne sera pas généralisée, il est compréhensible que le choix se tourne vers une viande animale plutôt qu'une "de laboratoire".[...]

Les analyses de la dimension Incertitude considèrent la recherche de preuves tangibles par l'expression de doutes épistémologiques vis-à-vis de savoirs engagés et par la prise en compte de la nature contextualisée des conclusions quant à la vulnérabilité. La réduction maximale des risques est visée, mais ne peut être confondue avec la réduction des incertitudes dont certaines doivent être acceptées pour être prises en charge dans les contextes spécifiques. Au niveau 1, les assertions sont perçues comme des vérités dont les limites de validité ne sont pas précisées. C'est le cas par exemple dans le wiki du groupe E4L qui relaie un discours sans le questionner (qu'est-ce qu'une grave conséquence sur la biodiversité ?) :

[...] En perturbant les facteurs abiotiques des différents écosystèmes où elle est rejetée, la saumure peut générer de graves conséquences sur la biodiversité. [...]

Lorsque des discours contradictoires sont pris en compte ou que des domaines de validité des savoirs sont indiqués, le niveau 2 d'approfondissement des incertitudes est atteint. C'est le cas du groupe V2Lb dont les extraits suivants sont issus du wiki 1 :

[...] Le Professeur Edgar Hertwich et Ernst von Weizsaecker disent qu'elle [la production de viande] fait partie des industries les plus couteuses pour

l'environnement. Simon Fairlie nuance en disant que l'élevage de bétail peut aussi être «bénéfique» pour l'environnement, via la consommation d'herbe par exemple. [...] Limiter la consommation carnée semble une bonne solution mais il ne faut pas totalement l'arrêter en particulier à certains âges (enfance-adolescence) ou pour certaines personnes ou dans des cas particuliers physiologiques ou pathogènes (syndromes menstruelles, carences, ...) [...]

Au troisième niveau d'approfondissement la citation de sources contradictoires est accompagnée de l'expression de la nécessité de les coordonner pour évaluer les conclusions, comme dans ces extraits du wiki 1 du groupe A2Lb :

[...] La controverse actuelle se base sur l'impossibilité de mesurer l'impact des productions de nitrates dans la prolifération des algues et dans la difficulté à établir la part de responsabilité de chaque producteur de nitrate dans cette pollution.[...]Les agriculteurs quant à eux ne se considèrent pas seuls responsables des marées vertes. En effet, certains pratiquent une agriculture "plus raisonnée" et prétendent disent qu'il faut attendre un certain temps pour observer les effets. De plus, ils estiment que les stations d'épuration ont un rôle dans cette pullulation des algues vertes. [...]

Le niveau 4 est celui pour lequel il est reconnu que des incertitudes sont irréductibles et que des effets de contexte excluent le recours à des solutions universelles. C'est par exemple le cas dans cet extrait du wiki du groupe E4M :

[...]Like any other major industrial building, the construction of the Desalination plant will have environmental impacts that must be understood if they are to be prevented or minimized. These effects may be resulted from construction of the plant and, especially, its long-term operation. The largest effect being the withdrawal of large volumes of seawater from the ocean, and in turn discharging large volumes of highly concentrated 'brine'. However, each desalination facility must be assessed individually in respect of location, plant design, and local environmental conditions.[...]

Les niveaux d'approfondissement de la dimension Valeurs des RSSD sont observables dans l'explicitation et la hiérarchisation de celles-ci et dans l'engagement conduisant au positionnement défendu. Le niveau 1 est celui pour lequel les RSSD n'évoquent pas du tout l'existence de valeurs sous-jacentes. Il n'est donc pas possible d'extraire des citations de ce type. Les wikis 1 des groupes V4L, E2La, ou AIM en sont des exemples. Au niveau 2, l'existence de valeurs en jeu dans la controverse est prise en compte, comme par exemple avec l'extrait suivant tiré du wiki 1 du groupe E2Lb :

[...] Les plus "écologues" d'entre nous ne sont pas en accord avec la construction de telles usines qui ne représentent, à l'heure actuelle, qu'une solution souvent mal adaptée au problème de l'eau et remettent en cause la véracité des chiffres fournis par certaines études réalisées. Malheureusement le dessalement représente la technique actuelle la plus au point. Les moins réfractaires d'entre nous pensent que cette solution peut être utile de façon provisoire dans les régions du globe les plus touchées.

En parallèle, il est nécessaire d'effectuer des recherches plus écologiques et une meilleure gestion des eaux est à long terme, la solution la mieux adaptée. [...]

Au troisième niveau d'approfondissement de cette dimension, les valeurs estimées centrales sont explicitées, comme dans cet extrait du wiki 1 du groupe V2La qui met en avant la « noblesse » de la viande et le respect de l'animal :

[...] Il s'agirait de promouvoir l'élevage de proximité, dans de petites structures, avec un respect de l'animal (élevage en extérieur, bonne nourriture...ce qui augmente la qualité de la viande) et de transformer les habitudes pour que la viande ne soit plus un produit de consommation quotidienne mais devienne un produit d'exception, qui est choisi, cuisiné, partagé et apprécié, avec la conscience écologique et de respect de l'animal. Cela permettrait notamment d'éviter le gaspillage de cette noble nourriture.[...]

Au niveau 4, une position est défendue dans une argumentation qui explicite l'engagement en faveur de valeurs. La distinction entre les niveaux 3 et 4 réside dans la hiérarchisation des valeurs discutées. C'est le cas dans cet extrait du wiki 2 du groupe V5M :

[...] The human's population of meat consumption has become a major environmental and humanitarian issue. Not only is it harmful to the sustainability of our environment now and in the future, but the way in which these animals are treated is becoming inhumane. Few beef farmers in particular are "breaking even", let alone making money. For sustainably farmed, grass-fed beef, prices need to rise at the point of sale by around 30% for there to be sufficient margin to provide farmers, processors and retailers with an acceptable level of income. Higher beef and other meat prices for that matter would not only result in better sustainability but also a reduced need for support payments to farmers. In saying this, this could result in a greater difference between the health and ability of the rich to survive ahead of the poor. It appears that with this proposed solution and many others that there are always positive and negative factors that need to be accounted for and it begs the question as to where the line can be drawn between free will being too controlling? For that reason, perhaps the best solution is education for all consumers. Informing consumers about where the meat they eat comes from, the way it is farmed and the impact in which it has on the environment, could result in the public making wiser decisions about their purchases and eating of meat in excessive amounts. [...]

Les analyses de la dimension Gouvernance des RSSD portent sur le questionnement des responsabilités individuelles et collectives, donc du type d'acteurs impliqués dans les prises de décision et de leurs modes d'interactions. Au niveau 1, la question n'est pas abordée, c'est le cas par exemple du wiki 1 du groupe E2Lb. Les RSSD au niveau 2 de cette dimension envisagent des décisions centralisées et des solutions qui s'imposent aux parties prenantes, par exemple avec cet extrait du wiki 1 de V2Lb :

[...] Il faut changer les mentalités pour que la consommation en viande puisse être baissée. Il faudrait que le corps médical insiste plus sur les dangers de la surconsommation de viande, mais mette en garde l'absente totale de cette

consommation surtout chez les jeunes enfants. Cela devra se faire suite à des directives ministérielles pour la santé des citoyens.[...]

Au niveau 3, sont envisagées la responsabilisation des citoyens et leur participation à la résolution du problème, mais pas leur participation à la prise de décision. Cet extrait du wiki 1 du même groupe l'illustre :

[...] L'accent dans le système éducatif sur les dangers de la surproduction et surconsommation de viande doit aussi être mis en place. Cela s'inscrirait dans l'Education au développement durable, qui permet aux jeunes d'avoir une conscience sociale et de mieux être acteurs de la société. La viande ne doit pas être le seul élément de cette partie éducative, mais cela doit s'inscrire dans un ensemble [...]

Au niveau G4, le RSSD présente une réflexion critique sur le fonctionnement démocratique en situation controversée. Il peut s'adresser à la question du rôle des consultations et des négociations avec les institutions sociales. Nous ne l'avons que peu observé dans ce corpus. On trouve par exemple dans le wiki 2 du groupe V4M,

[...] Governments and local communities need to unite to support farmers that are choosing to shift to sustainable methods of farming. This shift could be encouraged through offering subsidies or free training programs and products to farmers that are prepared to opt for the more environmentally friendly pasture based approach to farming.[...]

V.2.2 Analyse des ISD

Notre modèle RSSD à six dimensions permet de caractériser les discours en tant que produits de négociations au sein de collectifs. Nous avons d'autre part voulu comprendre les processus interactionnels à l'œuvre durant les écritures collectives, dans une approche qui ne considère pas les arguments en tant que seules unités d'analyses, mais en tant qu'éléments de systèmes d'activités discursives qu'ils modifient. L'interactionnisme socio-discursif (Bronckart, 1996, *ibid.*) analyse le rôle que jouent les pratiques langagières dans la constitution et le développement de la pensée. Nous avons retenu cette perspective, qui ne dissocie pas les processus de structuration sociale et culturelle des processus de construction de la personne.

Nous avons analysé les interactions socio-discursives (ISD) en affinant progressivement le grain. Nous passons d'un niveau « macroscopique » (celui de la session d'interaction dans son ensemble, où les contributions participant directement à la construction RSSD sont identifiées et distinguées des contributions relevant de la convivialité et de l'organisation logistique des travaux), à un niveau « microscopique » (celui des unités thématiques au sein des contributions, où nous analysons les justifications des opinions

raisonnées), en passant par un niveau intermédiaire « mésoscopique » (celui des fils thématiques de discussions que nous reconstituons et dont nous analysons la dynamique).

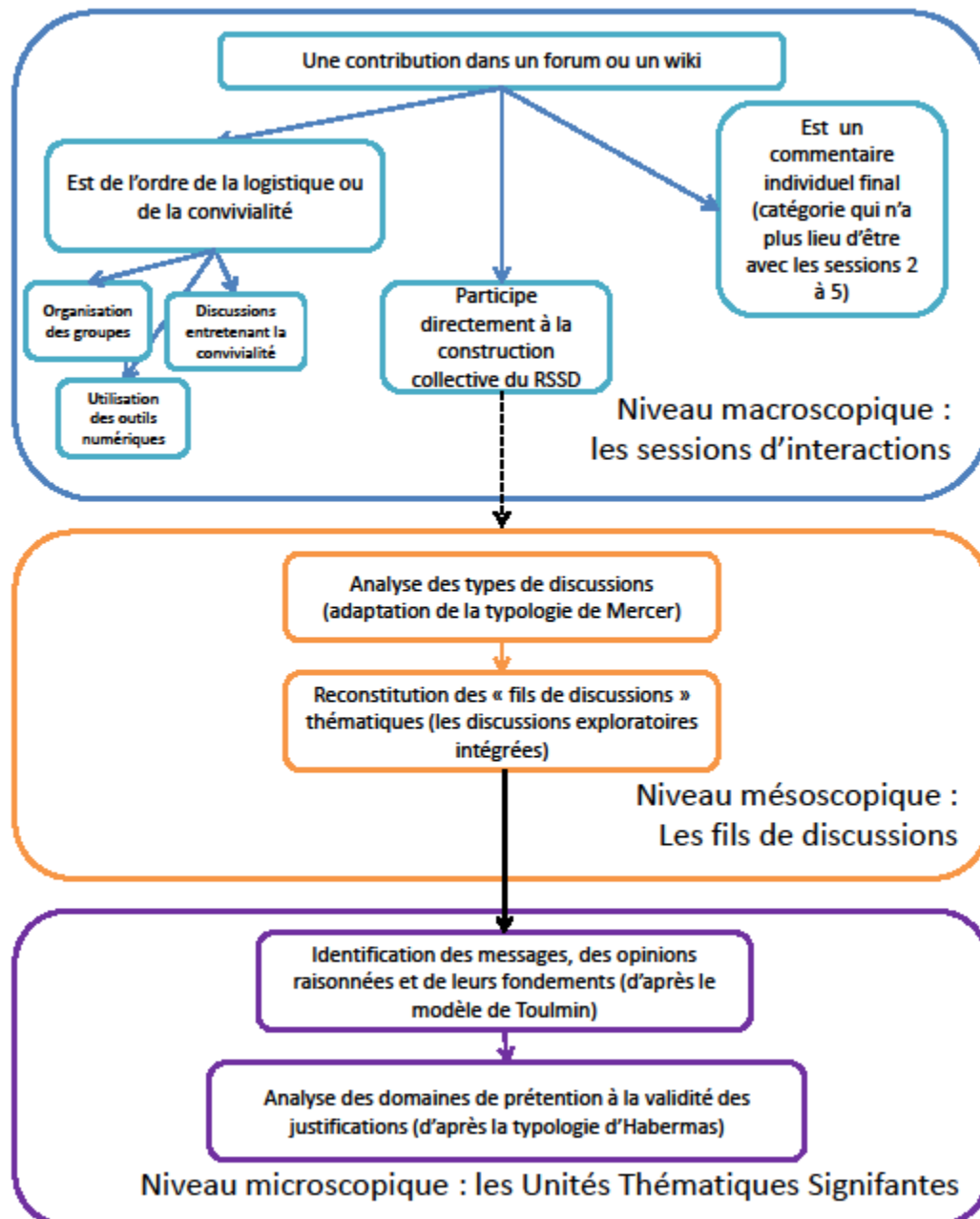


Figure V-2 : Trois niveaux d'analyse des Interactions Socio-Discursives

V.2.2.1 Analyse macroscopique

Au niveau d'une session d'interactions (par exemple V1, qui regroupe les contributions d'étudiants toulousains et australiens traitant la QSVE de la consommation

globale de viande), l'analyse macroscopique est une analyse préliminaire qui permet de sélectionner parmi l'ensemble des dépôts dans l'ENT les contributions participant directement à la construction collective de RSSD.

Les participants pouvaient contribuer en déposant des messages dans les forums, et en déposant ou modifiant des extraits de wikis. Ces deux types de contributions sont souvent liés, les messages dans les forums commentant les contributions aux wikis :

VIT-1 (16)

J'ai commencé à dégager quelques pistes de réflexion, notamment en partant des consignes demandées pour ce sujet sur "la consommation de la viande", ainsi que les idées des textes du press book. Ces points sont également en lien avec les idées concernant ce sujet (idées eues lors du regroupement et idées de VIT-2 sur le sujet). [...] Je pense qu'il serait bien d'intégrer ces points dans le wiki, de les commenter en anglais directement sur le WIKI, de rechercher et d'intégrer des avis différents, controversés (dont les nôtres) sur les sujets. Ces points seraient une base de réflexion pour alimenter le WIKI. Qu'en pensez-vous???

La construction des raisonnements s'enrichit des deux types de contributions, dont les statuts ne sont pas toujours distincts. Des brouillons de texte de wikis peuvent être soumis dans les forums, des contributions aux wikis en cours de construction peuvent être très similaires aux messages des forums (l'exemple ci-dessous est un extrait de wiki).

VIT-1(37)

[...] It makes me think of Montessori school of my departments (Savoie), that do not offer meat-restaurant students halves but rather emphasizes the eggs and fish. This school is a vegetarian, but I do not yet know the reason for this choice. I intend to go to open houses Saturday and ask some questions. This choice of the ban makes me some questions, and I'd like to have your point of view: Do you think that it's well to prohibit meat in school, to educate the younger generation about dangers of eating meat (dangers for health and for environmental issues)?

Nous avons donc utilisé les mêmes critères d'analyse pour ces deux types de contributions.

Les contributions d'ordre logistique permettent l'organisation des activités. En voici un exemple, VIT-5(22) :

*Bonjour,
[...] Concernant le WIKI que nous devons réaliser. Avec le document que j'ai (consommation de viande mondiale, état des lieux, etc.), je peux essayer de vous faire une "intro", pour rentrer dans le vif du sujet : "la consommation de viande".
Le document dont je parle :
<http://www.franceagrimer.fr/Projet-02/08publications/elevage/Conso-2011.pdf>
Est-ce que cela vous semble intéressant ?
Ensuite on part sur les thématiques de VIT-1 ? Je pense qu'il faudra en rajouter et peut-être en regrouper. On verra ça en fonction de notre avancé.*

Dans la session V1 (cf. annexe n° 49) il s'agit des contributions : 1,3,13,14,19,22,28,31, 63,68,71,89,91,99

D'autres messages concernent les difficultés et aides à l'utilisation des outils numériques :

V1T-2(10)

VIT-5 n'a pas accès au module anglais et SAQ ? Quelqu'un pourrait-il donner cet accès à notre collègue ? We miss him !!!! Thanks a lot ! VIT-2

V1T-1(11)

Salut VIT-2, Je n'ai pas réussi à trouver ce documentaire sur you tube. Peux-tu faire passer le lien directement? Merci à toi. VIT-1

Dans la session V1 il s'agit des contributions : 10,11,12,20 et 21,23,24,51,71 à 78,82 à 84,93,100,104 à 107,113

D'autres enfin entretiennent la convivialité des échanges :

V1T-1(66)

*Hello,
I'm a French student and also, I am a teacher of agricultural college and I teach socio-cultural education.
I'll try to guess you in what department I live.
I come from a department well known for his lac (one of the most natural of Europe).
This is a region of France where we practice a lot of ski and walk in the mountain.
The strongest alcool is named "Genepi".
The local cow race produce milk for the "beaufort" (cheese).
When we are back from skiing, we are used to eat either "raclette" or "fondue".
It's up to you to guess the department I'm living in
See you soon.
VIT-1*

Les contributions participant directement à la construction des RSSD font l'objet de l'analyse mésoscopique.

V.2.2.2 Analyse méso-scopique

L'analyse méso-scopique des ISD est celle de l'orientation des discussions ; elle trouve son ancrage dans la théorie socioculturelle du développement (Vygotsky, 1934/1962), et les travaux de Mercer (1995 *ibid.*) sur l'utilisation du langage comme medium permettant d'accéder à un mode de pensée sociale. Mercer a distingué (cf. IV.2.4) trois catégories de discussions, *disputational talk*, *cumulative talk* et *exploratory talk*. A ces trois catégories, Mork (2005, *ibid.*) en a ajouté une : *reasoned disputational*. Nous n'avons pas retenu cette catégorie, mais nous avons également adapté la typologie de Mercer afin de mettre en

évidence les différentes orientations des discussions au cours des échanges analysés dans notre corpus. Nous observons effectivement des épisodes de « discussion exploratoire » au cours desquels des hypothèses alternatives sont proposées. C'est le cas en particulier lorsque les échanges dans le groupe se structurent autour d'un « *principe organisateur* »⁷⁴. Dans ce type d'interactions, les participants collaborent à la construction commune de savoirs recherchés par le groupe. Les participants s'impliquent fortement dans l'activité, les raisonnements sont explicites, les savoirs sont partagés et des négociations précèdent les prises de position. Nous nommerons ces épisodes d'échanges : « exploration intégrative », afin de les distinguer d'un autre type de discussion exploratoire pour lequel nous n'observons pas un tel niveau de collaboration dans les explorations. Bien entendu, la production de wiki est par essence collaborative (le texte est toujours rédigé à plusieurs mains), mais cela n'implique pas systématiquement que les raisonnements soient collectifs. Nous observons des épisodes au cours desquels chacun des participants suit individuellement le fil de son raisonnement, en explorant un aspect du problème qu'il a formulé personnellement. Lors de ces « explorations distribuées » l'intervenant peut éventuellement intégrer des éléments d'informations apportés par d'autres participants, mais sans émettre ni commentaire ni réflexion critique vis-à-vis des savoirs exposés, et sans que les autres participants ne réagissent à ces interventions. Le raisonnement, bien que collectif puisque réalisé dans un travail de groupe, ne revêt alors pas le caractère intégratif cité plus haut, et pourrait finalement être mené par des participants isolément pour peu qu'ils disposent des informations que les autres contributions leur font prendre en compte. L'absence de commentaires de contributions d'autres participants ne range pas ces épisodes dans la catégorie « dispute raisonnée » proposée par Mork puisqu'il n'y a pas de contre-argumentation, et rapproche davantage ces contributions de la catégorie « discussion cumulative » proposée par Mercer. Nous avons pourtant choisi de ne pas les confondre avec les phases de discussion cumulative et de les ranger parmi les discussions exploratoires du fait de la nature pro-active de l'investigation : les participants ne se tournent pas vers des savoirs préexistants mais recherchent des savoirs nouveaux. Par contraste, les « discussions cumulatives » que nous retiendrons sont les épisodes de juxtaposition et d'accumulation de savoirs dans une approche rétro-active du type

⁷⁴ Nous utiliserons l'expression « principe organisateur » par référence au modèle socio-dynamique (Doise,1990) établissant que les appartenances à un groupe social et la situation d'interaction organisent conjointement l'objet du débat et le débat lui-même en suggérant les questions posées : il n'y a pas nécessairement de consensus, les points de vue ne sont pas nécessairement partagés, mais les participants s'accordent (explicitement ou non) sur les questions autour desquelles s'organisent les points de vue.

d'exposé encyclopédique de savoirs pré-élaborés. Nous retenons alors les indicateurs et la typologie suivante :

Tableau V-4: Typologie des orientations d'interactions socio-discursives

<p>La dispute au sens de Mercer, qui se caractérise par des désaccords et des prises de décision individualisées. Les échanges sont courts, majoritairement constitués d'affirmations et de défis ou d'oppositions. Les différences de points de vue sont mises en évidence et l'orientation du discours est défensive.</p>	<p>La discussion cumulative, approche rétroactive qui se traduit dans la plupart des cas par la citation dans les wikis de données chiffrées et de rapports de recherche, publiés par des institutions implicitement reconnues comme dignes de confiance.</p>	<p>L'exploration distribuée où chaque participant suit le fil de son propre raisonnement dans une investigation pro-active. Les participants n'interviennent souvent qu'une fois. Lorsque plusieurs interventions viennent du même participant, elles sont fortement liées entre elles dans une seule thématique et constituent des niveaux successifs d'approfondissement du raisonnement individuel et n'appellent pas de réaction des autres participants</p>	<p>Dans l'exploration intégrée (correspondant <i>sensu stricto</i> à la discussion exploratoire de Mercer) les raisonnements sont co-construits. Les interventions de plusieurs participants s'imbriquent lorsqu'on suit une thématique. Les formulations successives des aspects explorés intègrent et modifient des formulations précédentes. Les interventions contribuent à l'exploration d'un aspect du problème formulé par un autre participant (ou formulé par le même participant mais modifié entre temps par un autre).</p>
--	--	---	---

Par exemple, les contributions ci-dessous sont extraites d'un même fil thématique de la session V1 ; il s'agit d'une exploration distribuée devenant intégrative au cours de la rédaction du § 1 du wiki.

V1T-5 (35) Contribution cumulative qui aborde un thème pour la première fois :

Global animal food production is undergoing a transformation that could lead to a higher risk of disease transmission from animals to humans. "The risk of disease transmission from animals to humans will increase in the future due to human and livestock population growth, dynamic changes in livestock production, the emergence of worldwide agro-food networks and a significant increase in the mobility of people and goods," FAO said in a policy brief (Industrial Livestock Production and Global Health Risks).

V1T-5(36) Contribution exploratoire distribuée (même participant) :

Moreover, more there is affluence more higher meat consumption is to rise. So, the countries have become more affluent and the world population continues to rise, demand for meat and other livestock products has grown substantially, according to FAO.

To satisfy this higher demand for meat products, livestock production and densities have increased, often close to urban centres. Industrial animal production has become more concentrated, using fewer but more productive livestock breeds. "These developments have potentially serious consequences for local and global disease risks, which, so far, have not been widely recognized by policy makers," said FAO Chief Veterinary Officer Joseph Domenech.

V1T-1(37) Contribution exploratoire intégrative (autre participant) :

The red meat and the cooked meats (charcuteries in French) are accused of favoring certain cancers (in particular that colon cancer), but these products are also sources of vitamins, minerals and proteins. These products are rich in iron and iron would favor the appearance of nitro compounds, carcinogenic. The contributions of white meats and fish are less rich in iron, and can thus reduce the risk of cancer.

But when we know that the meat consumption can cause dangers on health, should we think about reducing our meat consumption, or should we completely stop thinking about the meat consumption It makes me think of Montessori school [...la suite a été citée plus haut]

La figure V.3 précise pour chaque cas de figures observé dans le corpus les critères retenus pour catégoriser les contributions. Nous avons indiqué les exemples correspondants à la session V1 :

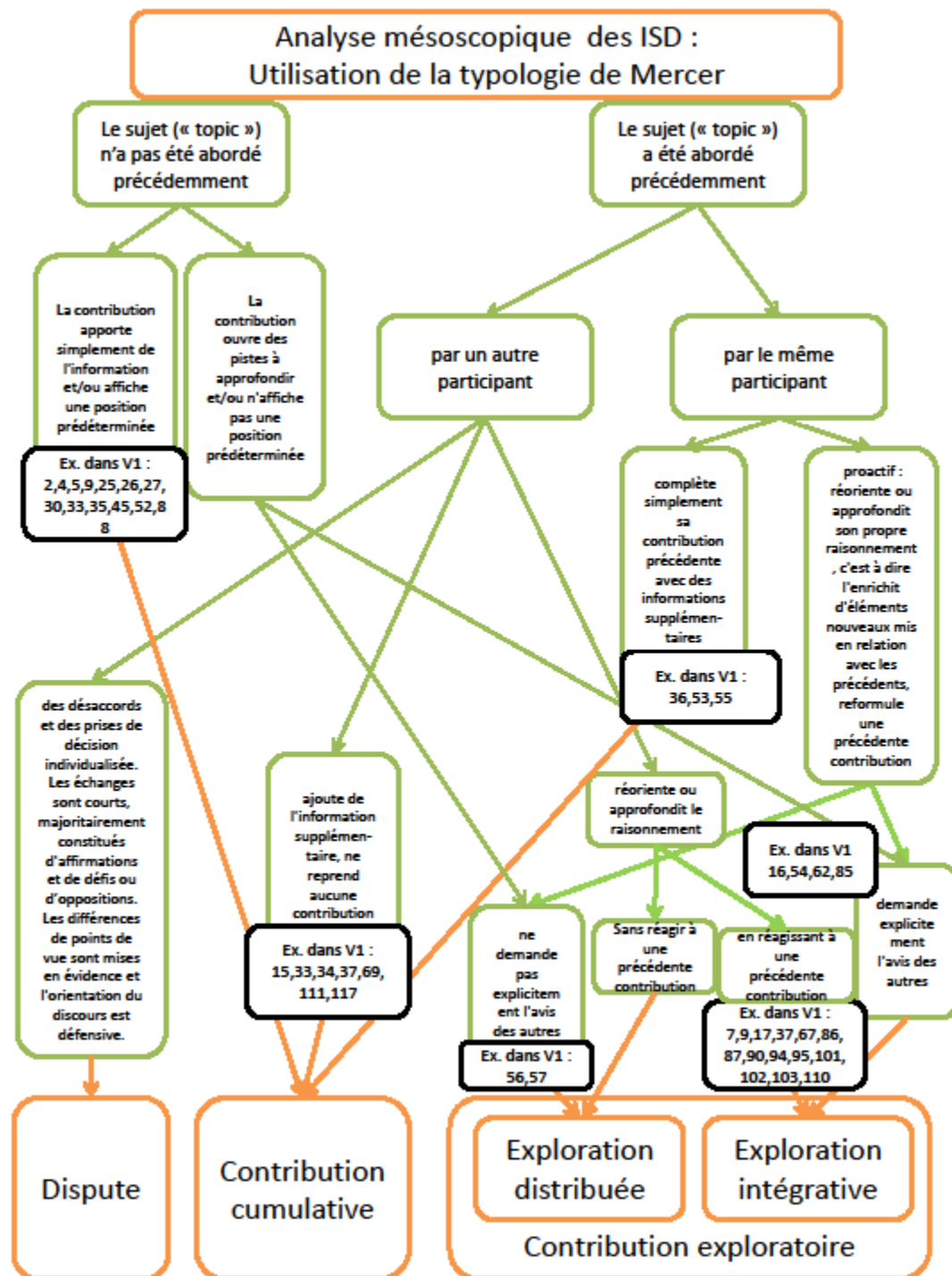


Figure V-3 : Clé d'identification des orientations des discours

(Application à l'exemple de la session V1)

V.2.2.3 Analyse microscopique

L'analyse microscopique a pour objet les justifications des opinions raisonnées (Lange & al., 2007, *ibid.*) avancées dans les contributions. Elle nécessite le découpage des contributions en unités thématiques significantes ; il s'agit de délimiter les passages dans lesquels l'auteur de la contribution structure un propos cohérent visant l'intercompréhension

sur l'aspect thématique envisagé. Ces unités thématiques signifiantes sont constituées de plusieurs phrases ou de plusieurs propositions dont l'articulation est porteuse de sens. Elles expriment des opinions plus ou moins argumentées et plus ou moins raisonnées qui constituent les messages de l'auteur au collectif. Notre analyse consiste à identifier ces opinions raisonnées, et leurs justifications, puis à déterminer le domaine de prétention à la validité de ces justifications.

La distinction que nous opérons entre opinion raisonnée et justification est de l'ordre de celle faite par (Toulmin, 1958/1993) entre argument et garantie dans son modèle procédural d'analyse de l'argumentation. Selon ce modèle, les éléments de base de l'argumentation sont les *données*, les *conclusions* et les *garanties*, elles-même définies comme les raisons qui justifient une connexion entre données et conclusions. De Jonge (2008) décrit ce modèle comme « [...] un modèle d'analyse de l'argumentation complet, qui prend en compte le niveau de surface et le niveau profond du discours, et permet de dégager les garanties et lieux communs sur lesquels les orateurs vont se baser pour argumenter. » Les garanties permettent la justification des conclusions grâce à leurs fondements. « *Le fondement est le champ topique dans lequel les orateurs vont puiser la garantie pour argumenter, et par lequel ils établissent un lien direct avec leurs représentations mentales. Tandis que le fondement constituera la « structure profonde » du raisonnement, la garantie exprimera la structure de surface de celui-ci, c'est-à-dire la partie visible, implicite ou explicite, de l'argument.* » (De Jonge, 2008, p. 2). Pour les opinions raisonnées exprimées, nous identifions les justifications et recherchons leurs domaines de prétention à la validité par référence à la théorie de l'agir communicationnel (Habermas, 1981/1987 *ibid.*).

Pour Habermas, les contenus propositionnels de l'acte de parole peuvent être distingués par le monde auquel ils renvoient et dans lequel les énoncés sont valides. Le monde objectif rassemble et organise par la logique les connaissances relatives à l'univers dans ses dimensions matérielles, c'est le monde dans lequel des énoncés vrais sont possibles, le monde social est celui des modalités d'interactions entre les personnes dans lequel les énoncés sont ou ne sont pas conformes aux normes des groupes sociaux, le monde subjectif est celui des « *expériences vécues auxquelles le locuteur a un accès particulier* » (Habermas, p 116), dont les énoncés sont mesurables par leur sincérité et leur authenticité.

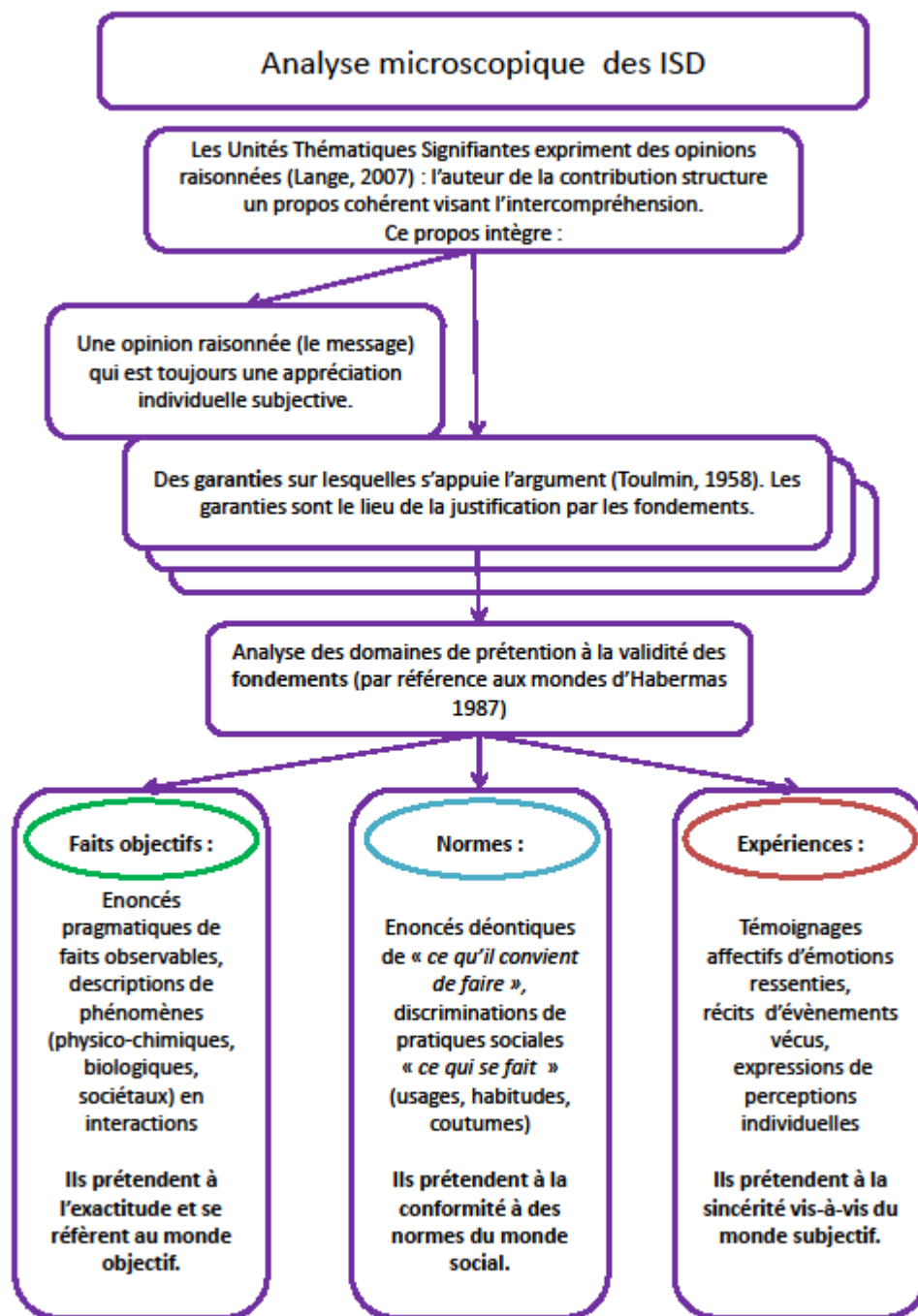


Figure V-4 : Méthode d'analyse microscopique des justifications d'opinions raisonnées

Par exemple dans le forum V1, un fil de discussion suit le thème que nous pouvons nommer en reprenant les mots de V1M-3(85) : « *Removing meat from our diet would impact the economy* ». Nous y trouvons des opinions raisonnées telles que celle de V1M-2 (86) « *to take meat out you need to find a replacement where job losses would be at a minimum* », dont les fondements sont des faits objectifs permettant d'établir des relations logiques :

Our Farmers obviously rely on the meat industry, and all the businesses large and small associated with that ie. supermarkets, restaurants, corner deli (delicatessan), wholesalers, retailers, transporters, and the people who maintain these places ie. electricians, plumbers. In fact, if you tried, you could connect everyone to it, directly or indirectly.

Cette opinion raisonnée est aussi portée par des fondements déontiques faisant référence à son monde social : « *we aussies love our barbies (barbeques) and our roasts (lamb, beef, pork, turkey or chicken)* ».

Plus tard, la discussion évolue vers l'acte d'achat, et V1T-1 (95) exprimera une opinion raisonnée : « *I prefer helping farmers to maintain their activities by buying meat raised and fed on the spot.* » en la justifiant par la logique reliant des faits objectifs autant que par référence à son monde subjectif :

I'm for favoring and promoting a local trade, and thus creating or maintaining jobs in a territory near your house. I prefer helping farmers to maintain their activities by buying meat raised and fed on the spot. I know the persons to whom I buy the meat, I avoid transport, and I know how cows fed.

L'analyse microscopique des ISD concernera en particulier les forums intergroupes. Le caractère asynchrone des interactions dans les forums nous conduit à reconstituer les fils de discussion correspondant aux divers aspects thématiques abordés. Nous examinerons en détail les caractéristiques des extraits de forums correspondant aux aspects thématiques faisant l'objet d'un approfondissement dans les wikis 2, et nous les comparerons aux extraits des forums portant sur un aspect thématique qui n'est pas retravaillé dans ces wikis 2. Les premiers seront nommés « opérants » (puisqu'ils permettent aux collectifs d'augmenter leur niveau d'appréhension de la complexité de la QSVE dans leurs expertises), et les seconds « inopérants ».

V.3 Les QSVE

Afin d'étudier les effets des contextes et des rencontres interculturelles sur les ISD et les RSSD produits, nous avons choisi trois QSVE dont les contextes et les vivacités sociales ne sont pas identiques.

V.3.1 Le dessalement d'eau de mer

La consommation d'eau a augmenté à une vitesse plus du double du taux de croissance de la population au cours du siècle dernier, et, bien qu'il n'y ait pas de pénurie mondiale de l'eau en tant que telle, un nombre croissant de régions sont chroniquement à court d'eau

(O.N.U., 2007). Compte tenu de cette situation, le dessalement est apparu dans les pays en manque d'eau comme une technologie intéressante au vu de l'abondance de l'eau de mer et des eaux saumâtres⁷⁵.

V.3.1.1 Un projet controversé à Melbourne

Le 19 Juin 2007, après onze années consécutives de précipitations inférieures aux moyennes et alors que les réserves d'eau sont au plus bas, le gouvernement de l'état de Victoria présente le plan *Our Water Our Future* dans lequel il est programmé de construire une centrale de dessalement d'eau de mer. Présentée comme la plus importante et la plus écologique d'Australie, elle sera capable de fournir jusqu'à un tiers des besoins annuels en eau de Melbourne et donc de mettre fin à la dépendance de la communauté aux variations de précipitations. Un collectif de citoyens s'organise en un groupe, nommé *Your Water, Your Say*, pour contester publiquement cette annonce. Ils l'estiment mensongère (*Desal, the great lie*)⁷⁶ parce qu'elle minimise l'impact écologique du projet pour masquer ce qu'ils dénoncent comme une volonté de privatisation des ressources en eau. Le plan prévoit effectivement un partenariat public-privé de 30 ans entre le gouvernement de Victoria et le consortium AquaSure⁷⁷ pour la construction et l'exploitation de l'usine sur la côte près de Wonthaggi. Le collectif citoyen obtient le soutien du sénateur Bob Brown, leader du parti écologiste australien, qui se rend durant la campagne des élections fédérales de l'automne 2007 sur le site de Wonthaggi occupé par les militants⁷⁸.

Le 28 décembre 2007, le ministre de la planification du gouvernement de Victoria commande au *Department of Sustainability and Environment* un rapport d'évaluation approfondie des impacts environnementaux conformément aux deux textes législatifs en vigueur dans l'état⁷⁹, rapport qui a été rendu public en août 2008⁸⁰. Les avis d'acquisition obligatoire, par l'état, des terrains sur le site ont toutefois été délivrés aux propriétaires dès janvier 2008, le ministère considérant que les travaux préliminaires ne nécessitaient pas d'évaluation. Le groupe *Your Water Your Say* (YWYS) poursuit le

⁷⁵ L'eau saumâtre est une eau salée non potable de salinité inférieure à celle de l'eau de mer. Elle contient souvent entre 1 et 10 grammes de sels par Litre.

⁷⁶ Disponible sur <http://www.myspace.com/405447785/photos/6186041#%22ImageId%22%3A6186135>

⁷⁷ Le consortium Aquasure (http://www.aquasure.com.au/corporate_profile.php) réunit l'entrepreneur australien de travaux publics Thiess (<http://www.thiess.com.au/about-us>) et la filiale française Degrémont spécialiste du traitement de l'eau (<http://www.degreumont.fr/>) du groupe Suez environnement, avec le *groupe de contribution aux profits* Macquarie Capital, 26% des biens investis l'étant par le groupe UniSuper <http://www.unisuper.com.au/investments/investment-options-and-performance/major-holdings/aquasure>

⁷⁸ Disponible sur <http://www.myspace.com/405447785/photos/6186135#%22ImageId%22%3A6185773>

⁷⁹ L'*Environment Effects Act* de 1978 et l'*Environment Protection and Biodiversity Conversation Act* de 1999

⁸⁰ Disponible sur <http://www.water.vic.gov.au/initiatives/desalination/environment2/EES>

gouvernement de Victoria en justice en demandant l'arrêt des travaux préliminaires et en dénonçant un conflit d'intérêt, l'état se trouvant à la fois dans la situation d'évaluateur et de promoteur du projet. Le 16 avril 2008, après trois jours d'audience à la cour fédérale, la contestation est rejetée⁸¹ ⁸². Le 14 juillet, une manifestation sur le site est organisée par YWYS, mais le gouvernement interdit la route d'accès au public⁸³ et les manifestants sont évacués. A l'automne 2008, ne pouvant faire face aux frais de jugement qu'il a été condamné à rembourser par arrêté de la cour fédérale du 13 juin⁸⁴, le groupe YWYS disparaît. La contestation des protecteurs de l'environnement ne s'éteint pas pour autant. Un nouveau groupe activiste apparaît sous le nom de *watershed*⁸⁵ (la ligne de partage des eaux), qui organise en mars 2009 une soirée débat⁸⁶ sur la politique environnementale du gouvernement avec projection du film *Out of the blue*⁸⁷. Une pétition contre la construction de l'usine au message simple et clair : « *The government is building a desalination plant in Victoria. This petition is to stop all further plans of desalination plants should be dismissed. It will do more harm than good. We should invest the 3.1 billion dollars in something more energy efficient such as water tanks. This is a much better option to conserve our planet.* » réunit trois mille signatures⁸⁸ et est déposée au parlement de Victoria le 11 juin 2009⁸⁹.

La construction de l'usine commence le 6 octobre 2009 ; lorsqu'elle s'achève en décembre 2012 des précipitations importantes ont rétabli les réserves d'eau. Le 18 décembre 2012, P. Walsh, ministre de l'eau, déclare⁹⁰ que l'usine ne sera pas utilisée en 2013, et que le niveau des réserves laisse prévoir qu'elle ne le sera pas avant plusieurs années. Le bien-fondé de la décision prise au moment de la sécheresse est alors⁹¹ remis en question par les consommateurs d'eau de Melbourne, qui devront en supporter le poids financier, les accords initiaux engageant à payer 1,8 millions de dollars par jour au consortium *Aquasure* pendant 30 ans même si la production est maintenue au niveau zéro.

⁸¹ Disponible sur <http://www.ecolex.org/server2.php/libcat/docs/COU/Full/En/COU-156666.pdf>

⁸² Disponible sur <http://www.abc.net.au/news/2008-05-16/action-group-loses-legal-challenge-over/2438328>

⁸³ Disponible <http://www.abc.net.au/news/2008-07-14/desal-opponents-resume-protest-at-wonthaggi/2586120>

⁸⁴ <http://www.abc.net.au/news/2008-09-19/your-water-your-say-bows-out-of-desal-fight/515734>

⁸⁵ Disponible <http://www.watershedvictoria.org.au/content/>

⁸⁶ Disponible sur <http://www.freelists.org/post/yourwateryoursay/What-is-happening-with-our-water-invitation-to-film-night-and-forum>

⁸⁷ Disponible sur <http://www.edutv.com.au/outoftheblue/pdf/screenguide.pdf>

⁸⁸ Disponible sur <http://basscoasthousingcrisis.blogspot.fr/2010/03/petition-stop-desalination-plants-in.html>

⁸⁹ Disponible sur <http://www.abc.net.au/news/2009-06-11/vic-parliament-receives-wonthaggi-desal-petition/1710790>

⁹⁰ Disponible sur <http://www.abc.net.au/worldtoday/content/2012/s3656791.htm>

⁹¹ Les étudiants qui ont travaillé sur cette QSVE l'ont fait aux printemps 2011 et 2012, donc avant cette annonce.

V.3.1.2 Une QSVE liée à des innovations technologiques

Dans les lignes qui suivent, nous analyserons l'évolution de l'utilisation des technologies de dessalement, en nous centrant par souci de cohérence sur l'époque où la décision de construire la centrale près de Melbourne a été prise. Le marché du dessalement est alors en forte hausse à l'échelle mondiale, avec une progression de l'ordre de 10% par an. Alors qu'en janvier 2004, 17 348 usines fonctionnaient déjà dans plus de 120 pays et totalisaient une capacité de production de 37,75 millions de m³ par jour (Maurel, 2006), la production mondiale d'eau dessalée en 2008 s'élevait à 47 millions de m³ par jour⁹², soit 0.45% de la consommation d'eau douce (Lattermann, Le dessalement est-il écologique ?, 2008). Cet essor est lié à l'amélioration des techniques utilisées. Historiquement basées sur le procédé de distillation thermique⁹³, elles ont évolué vers l'utilisation de membranes semi-perméables. En 2003, les 3/4 de l'eau dessalée par les pays du Conseil de Coopération du Golfe (Arabie Saoudite, Qatar, Koweït, Bahraïm, Oman, Emirats Arabes Unis) où se concentre plus de la moitié de la capacité mondiale de dessalement provient des procédés par distillation (Abu Arabi, 2003 cité par Bissonette, 2008). Une amélioration significative du rendement du dessalement par distillation a été obtenue depuis les années 1960 en étageant des successions d'évaporateurs/condenseurs, disposition permettant à chaque étape de récupérer une partie de l'énergie de l'étape précédente, une autre amélioration pouvant lui être couplée consistant à soumettre la vapeur à des cycles compression/détente (Danis, 2003). L'autre choix technique est celui de procédés membranaires, qui a été rendu possible par le perfectionnement de membranes semi-perméables. Avec ces techniques, la séparation sel-eau est due soit à un champ électrique (électrodialyse), soit à la pression d'eau sous forme liquide (osmose inverse) ou vapeur (distillation membranaire). Ne nécessitant pas de changement de phase de l'eau traitée, l'électrodialyse et l'osmose inverse sont avantageuses en termes énergétiques et écologiques car elles fonctionnent à température ambiante. Avec l'osmose inverse, l'énergie est utilisée pour comprimer l'eau et non pour la chauffer, la consommation est réduite de moitié (Lattermann, 2008, *ibid.*). En revanche, le passage à travers les membranes nécessite un traitement préalable de l'eau salée par filtration et désinfection afin de la débarrasser des éléments en suspension et des micro-organismes qu'elle contient. Quatre technologies dominent le marché en 2006, la plus grande part revenant aux distillations: la distillation

⁹² 58% de l'eau potable dessalée était d'origine marine, le reste venant d'eaux saumâtres.

⁹³ La distillation thermique simple permet depuis longtemps l'approvisionnement en eau douce sur les navires et les plateformes pétrolières au large. Techniquement assez simple, elle permet de récupérer la chaleur libérée par les moteurs mais son rendement est faible.

Flash, la distillation à effets multiples, la distillation à compression de vapeur et l'osmose inverse (Maurel, *ibid.*). Des recherches sur l'utilisation des nanotechnologies dans la conception des membranes visent à réduire significativement les coûts de traitement (Bissonette, *ibid.*), l'osmose inverse est une technologie prometteuse qui se généralise dans les centrales de seconde génération. Elle atteint 50% de la part du marché de dessalement en 2009 (Boyé, 2009). Des procédés hybrides permettent l'augmentation des rendements énergétiques et l'adaptation aux besoins. Les unités de distillation sont couplées avec une centrale thermique, ce qui permet de produire de l'eau douce et de l'électricité, les vapeurs d'échappement des turbines étant utilisées pour alimenter les unités de dessalement. Leur associer des unités d'osmose inverse permet d'utiliser l'électricité produite qui n'est pas distribuée pendant les périodes de faible demande. Le dessalement reste cependant très coûteux en énergie, qu'elle soit thermique (distillation) ou électrique (électrodialyse).

En 2009, au moment où la construction de l'usine de Wonthaggi débute (le projet est alors d'atteindre une capacité de production de plus de 400 MégaLitres par jour), l'Australie mise sur le dessalement par osmose inverse pour sa sécurité hydrique. Outre plusieurs centaines de centrales moins gigantesques, deux grandes usines sont déjà en service. Celle de Kwinana dans l'Ouest Australien peut fournir depuis novembre 2006 jusqu'à 17% de l'approvisionnement de la zone métropolitaine de Perth (140 MégaLitres par jour) et celle la Gold Coast peut approvisionner jusqu'à 27% du Queensland du Sud Est (125 MégaLitres par jour) depuis février 2009. L'augmentation de la capacité de production de l'usine d'Adelaïde de 50 à 100 MégaLitres par jour est annoncée en juin 2009. Elles utilisent toutes trois le procédé d'osmose inverse, comme le fera la centrale de Kurnell pour l'approvisionnement de Sydney, à ce moment là encore en construction, qui sera opérationnelle en janvier 2010 avec une capacité de 250 MégaLitres par jour.

V.3.1.3 Panorama des questions controversées, risques pressentis et justifications dénoncées

La controverse est tout d'abord affaire d'expertise scientifique ; les premiers arguments avancés par les opposants au projet de Melbourne sont d'ordre écologique. Ils se rapportent à la sauvegarde de l'environnement marin et à l'augmentation de l'effet de serre dû à la consommation énergétique. Toutes les usines de dessalement rejettent d'importantes quantités de saumure. Celle des unités de distillation n'est pas très concentrée, 10 à 15 % plus que l'eau de mer, mais les volumes sont neuf fois plus importants que celui d'eau potable produite. Avec l'osmose inverse, chaque m³ d'eau potable ne génère le rejet que d'un m³ de saumure, mais celle-ci est deux fois plus concentrée en sel. Elle contient en outre des résidus

chimiques (prétraitement, rinçage des membranes et produits utilisés contre les salissures, l'entartrage et la corrosion), des sous-produits de réaction et des particules métalliques issues de la corrosion (Lattermann & Höpner, 2003) dont l'écoulement impacte les organismes benthiques sténohalins⁹⁴. L'écart de densité entre la saumure et l'eau de mer favorise l'établissement d'un courant de densité qui s'écoule lentement sur le fond marin. La dilution de l'eau hypersaline dans le milieu nécessite des distances très grandes pouvant atteindre plus de 4 km, comme à Alicante en Espagne (Fernandez Torquemada, 2005 cité par Bougis, 2013). La sensibilité des herbiers de Posidonies aux sur-salures a été établie en Méditerranée (Sánchez-Lizaso, 2008). Lors de leur prétraitement, des biocides sont ajoutés aux eaux qui seront dessalées. Des relevés dans la baie de Koweït ont montré des concentrations en chlore de plus de 100 microgrammes/litres, le plafond recommandé étant de 7,5 microgrammes par litre (Lattermann, 2008 *ibid.*). Le chlore peut atteindre des organismes non ciblés quand il est libéré avec les saumures, il peut aussi former des acides acétiques halogénés potentiellement carcinogènes. Parmi les autres composés contaminant les saumures figure le cuivre dû à la corrosion ; il peut s'accumuler dans les sédiments marins et être concentré par bioaccumulation dans les réseaux trophiques, il est toxique à fortes doses. Lattermann (2008 *ibid.*) estime à 300 kg par jour l'ensemble des rejets de cuivre de toutes les usines à distillation du golfe. Plusieurs stratégies techniques de traitement et de valorisation des saumures sont à l'étude en 2008. Bougis (2013 *ibid.*) récapitule les effets potentiels des écoulements : disparition de la vie à l'exutoire de l'émissaire sur une aire pouvant atteindre 1 ha, anoxie des fonds marins engendrée par les espèces benthiques consommatrices d'oxygène lors des périodes de faible hydrodynamisme, carence en lumière des fonds marins due à la turbulence au jet affectant la photosynthèse, réductions massives de populations benthiques. Les seuils d'affection varient considérablement d'une espèce à l'autre.

Le rapport d'évaluation des impacts environnementaux à Wonthaggi (Works Approval Application-WAA)⁹⁵ rendu public en aout 2008, identifie deux effets principaux de l'exploitation des structures marines sur les communautés des récifs rocheux et des zones sableuses : l'entraînement d'œufs et de larves dans la proximité de la zone d'aspiration ainsi que le dérangement de la faune adulte (poissons récifaux et pingouins) sans conséquences majeures sur les populations et les écosystèmes, la perturbation par les décharges de saumures. Le procédé de relargage des concentrâts à la mer retenu pour l'usine de Wonthaggi

⁹⁴ Un organisme sténohalin est incapable de supporter de grandes variations de salinité, contrairement aux organismes euryhalins.

⁹⁵ Disponible sur http://www.water.vic.gov.au/___data/assets/pdf_file/0010/154765/EPA-Works-Approval-Application.PDF

est le rejet au large au moyen d'aqueducs enfouis munis de diffuseurs. Des tests de toxicité ont été menés pour déterminer les effets potentiels des rejets sur les taux de croissance, de fécondation, de germination, ou de développement larvaire d'espèces locales potentiellement sensibles (micro et macro algues, amphipodes, oursins, coquilles saint Jacques et poissons endémiques)⁹⁶ ; ils ont établi que la salinité est la principale cause des effets potentiels. La modélisation des conditions océaniques dans la zone du projet a montré une influence des variations de courants sur la dilution et la dispersion. Le seuil de salinité imposé à l'usine de Perth a été retenu pour Wonthaggi, il limite l'augmentation de salinité à l'exutoire à 1,2 g/l de plus que les niveaux relevés à 50 m du point de déversement. La contribution du fonctionnement de l'usine à l'effet de serre a été également soumise à investigation, elle est évaluée à 1 117 950 tonnes équivalent CO₂ par an. A l'issue des études de faisabilités techniques, l'exploitation d'énergies renouvelables pour l'alimentation de l'usine n'a pas été retenue et le choix d'utiliser l'électricité du réseau régional a été opéré. En contrepartie, l'engagement d'aménager la production de ce réseau en augmentant la part des énergies renouvelables à hauteur de la consommation par le dessalement a été confirmé (Victorian Desalination Projects, Environment Effects Statement)⁹⁷. La publication de ces analyses et mesures complétées par l'exploration de nombreux autres effets environnementaux (modification du paysage, impact des aqueducs reliant l'usine à la métropole, nuisances sonores, etc..) dans le document WAA de 434 pages hors annexes, a clos les controverses sur les aspects locaux de sauvegarde de l'environnement. En atteste la pétition de Watershed en 2009, qui ne fait pas allusion à l'impact écologique local mais à la protection de la planète sur un plan plus général en s'opposant au principe de l'utilisation d'usine de dessalement. Ce sont

⁹⁶ « *The species and tests used are outlined below: Microalgal (Nitzschia closterium) 72-hour growth rate test (chronic); Sea Urchin (Heliocidaris tuberculata) 1-hour fertilisation success test (sub-chronic); Sea Urchin (Heliocidaris tuberculata) 72-hour larval development test (sub-chronic); Scallop (Mimachlamys asperrima) 72-hour larval development test (sub-chronic); Macroalgal (Hormosira banksii) 72-hour germination success test (sub-chronic); Amphipod (Allorchestes compressa) 96-hour mortality test (acute); and Fish (the sand whiting Sillago ciliata for round one and the Australian bass Macquaria novamaculeata for round two samples) 96-hour fish imbalance test (acute).* » WAA p. 250

⁹⁷ Disponible sur

http://www.dpcd.vic.gov.au/__data/assets/pdf_file/0008/34469/Desalination_Plant_EES_Inquiry_Report.pdf
« *The total greenhouse gas emissions arising from the operation of the Desalination Project were estimated to be 1,117,950 tCO₂-e per year. [...]The Victorian Government has committed to offsetting 100% of the electricity used in operating both the Desalination Plant and the Transfer Pipeline. This would be achieved by the purchase of renewable energy credits and is in addition to the State's current renewable energy targets under the Victorian Renewable Energy Act 2006. The Government's offsetting commitment covers 1,047,700 tCO₂-e of the 1,117,950 tCO₂-e of estimated emissions associated with the operation of a 150 GL Plant. Therefore the net annual operational emissions would be 70,250 tCO₂-e / yr which relate to indirect emissions from waste decomposition, fuel combustion during the transportation of waste offsite, transportation of chemicals to site and transportation of workforce and embodied emissions of chemicals used during operation.* » EES p. 39

alors les choix financiers qui sont dénoncés et l'utilité d'un tel investissement qui est remise en question.

La controverse à propos du développement du dessalement se déploie dans le domaine socio-politique. Comme à Melbourne, des inquiétudes vis-à-vis de la durabilité d'une telle stratégie s'expriment ailleurs sur la planète. Le passage de la recherche au développement en matière de dessalement a eu lieu dans la deuxième moitié du 20^{ème} siècle. L'objectif affiché est bien entendu l'accès de tous à l'eau potable⁹⁸, mais la nature du projet est clairement économique. Elle est pleinement assumée dans la déclaration officielle du président américain Lyndon B. Johnson en 1964 lors du lancement d'un ambitieux programme couplant les techniques par distillation de l'époque avec l'utilisation de l'énergie nucléaire : « *I am pleased to release the report of the Secretary of the Interior and the Chairman of the Atomic Energy Commission, made at my request, on a proposed program for developing the technology to desalt sea water economically. The demand for water is increasing steadily throughout the world. Water shortages in some sections of this country threaten to restrict further economic development. This problem is even more acute in many arid, developing countries where future economic growth is absolutely dependent upon finding new sources of fresh water.* » Quelques quarante années plus tard, alors que les centrales de dessalement se multiplient, on peut lire dans *Courrier International* « *Le dessalement étanche surtout la soif d'argent* » (Thill, 2008) et « *Généraliser le dessalement à grande échelle pour fournir de l'eau douce aux plus riches, est une solution non éthique, coûteuse et à court terme qui pourrait déboucher sur un scénario catastrophe* » (Boyé, 2009 *ibid.* p 63). Alors, qu'en 2006, Maurel observe que le dessalement reste privilégié par les pays du Moyen Orient et de l'Asie, où il est principalement destiné aux usages domestiques, les évolutions techniques entraînent une propagation à d'autres régions. La plus grande usine de dessalement en 2007 est en Israël, elle utilise l'osmose inverse, et plusieurs dizaines d'usines sont à ce moment-là en projet sur la côte californienne⁹⁹. L'Australie, la Chine¹⁰⁰, l'Inde sont d'importants clients potentiels

⁹⁸ D'après un rapport de l'ONU en mars 2010, en Chine, 89 % de la population a désormais accès à l'eau potable (67 % en 1990), tandis qu'en Inde, ce chiffre atteint les 88 % (contre 72 % en 1990). Néanmoins, 672 millions de personnes en seront toujours privées en 2015, une grande partie d'entre elles en Afrique sub-saharienne. http://www.lemonde.fr/planete/article/2010/03/22/l-acces-a-l-eau-propre-principal-enjeu-de-la-journee-mondiale-de-l-eau_1322898_3244.html

⁹⁹ *Des compagnies privées ont dans leurs cartons plus de vingt-cinq projets d'usines de dessalement de l'eau de mer pour la seule côte californienne*, souligne Wenonah Hauter, directrice exécutive de l'organisation environnementale et groupe de défense des consommateurs Food and Water Watch, basé à Washington. *« La plupart de ces projets sont situés à proximité des derniers corridors de nature sauvage, dans lesquels le manque*

ciblés par les promoteurs parmi lesquels figurent de grands groupes européens tels Véolia water, Degremont, Suez environnement. L'objectif 2015 de la Chine et l'Inde estimé à 650 000 m³ d'eau dessalée par jour, a été dépassé dès 2008 (Boyé, 2009 *ibid.*). Une autre cible commerciale est celle des îles touristiques devant faire face à l'afflux de populations en pleine saison (Malte, Baléares, Canaries, Chypre, Cyclades etc.). La prolifération des centrales, non dans les zones les plus arides, mais dans les plus riches des zones arides est dénoncée. Les contraintes techniques et le prix du dessalement limitent effectivement beaucoup l'accès à cette technologie. Lattermann rapportait en 2008 un prix de vente moyen entre 0,4 et 0,8 euro avec l'osmose inverse et de 0,65 à 1,8 euro le m³ avec la distillation. Celui-ci reste supérieur au prix des eaux traitées par les techniques conventionnelles ce qui limite l'usage agricole des eaux dessalées et leur accès aux pays ne disposant pas de moyens financiers suffisants. Même si les coûts du dessalement ont été divisés par dix au cours des années 1990/2000¹⁰¹, la facture énergétique pèse sur le prix de vente et l'effet d'échelle est également important. La question énergétique est déterminante, la moitié du coût de production étant attribuée à la consommation d'énergie. L'absence de ressources fossiles et le coût du baril de pétrole favorisent l'osmose inverse dans les pays non pétroliers. Des énergies « renouvelables » peuvent être exploitées : la distillation peut utiliser l'énergie solaire directe dans les installations de petite taille et l'osmose inverse peut être alimentée par de l'électricité photovoltaïque ou éolienne. Ces solutions sont surtout retenues pour l'approvisionnement d'îles lors des afflux de touristes. La limite de cette option est l'irrégularité de ces sources d'énergie qui impose des batteries de stockage pour un fonctionnement continu. A plus grande échelle, l'utilisation du nucléaire est une piste privilégiée qui ouvre des marchés au-delà des pays pétroliers. Elle permet de produire de l'eau douce à meilleur marché (Misra, 2004 cité par Tata-Ducru, 2009). Suite au succès des expériences menées au Kazakhstan¹⁰² et au Japon (Basta & Chalifoux, 2007), cette option est retenue par de nombreux décideurs, les usines de dessalement tiennent par exemple une bonne place dans l'accord de coopération de 2008 entre la Chine et la Jordanie en matière d'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire¹⁰³. Dans ce contexte, le marché mondial du dessalement est florissant, il est estimé à l'époque

d'eau a limité le développement." <http://www.courrierinternational.com/article/2008/07/31/la-planete-bleue-perd-des-couleurs?page=all>

¹⁰⁰ <http://www.frstrategie.org/barreFRS/publications/notes/20080929.pdf>

¹⁰¹ http://www.novethic.fr/novethic/planete/environnement/eau/dessalement_eau_mer_secteur_prospere/120653.jsp

¹⁰² Le dispositif le plus ancien fonctionne au Kazakhstan depuis 1973.

¹⁰³ Disponible sur http://www.french.xinhuanet.com/french/2008-08/20/content_699502.htm

qu'il devrait doubler entre 2010 et 2016¹⁰⁴. L'augmentation du nombre et de la taille des projets entraîne une transformation des stratégies industrielles avec l'émergence de conglomérats issus de partenariats entre les équipementiers fournissant les infrastructures et les entreprises spécialistes des technologies de pointe. Le WWF (Dickie, 2007) s'inquiète de l'impact du lobbying exercé par ces consortiums géants à la recherche de contrats sur le processus d'évaluation et de prise de décision. Gillet (2009), responsable du programme *Eau douce* de WWF-France attire l'attention sur la nécessité de pousser les gouvernements à consulter tous les acteurs concernés dans l'évaluation des besoins et l'examen des alternatives ; c'est bien le sens du message *Your Water Your Say* des habitants de Melbourne qui réagissent au partenariat public-privé AquaSure. L'alerte sur la privatisation de l'eau dans une économie mondialisée est lancée depuis les années 1990 par Petrella (1998) pour lequel l'eau est une affaire de citoyenneté et de démocratie¹⁰⁵. Il martèle l'importance de l'implication de tous dans la gestion de ce bien commun : « *Il faut (re)donner la gouvernance de l'eau à ses vrais propriétaires, à savoir les habitants de la planète. L'eau appartient à l'humanité. Elle n'appartient pas aux Etats, aux Etats-nations. À fortiori, elle n'appartient pas aux marchés, aux entreprises, aux actionnaires. Elle appartient aux communautés humaines, des plus petites (les communautés villageoises) à la plus grande (la communauté mondiale).* » (Petrella, 1998 *ibid.* p. 131). Les militants demandent à ce que des alternatives à la course vers une consommation toujours plus grande d'eau et d'électricité pour la produire soient envisagées. Ainsi en va-t-il de la réduction des gaspillages d'eau pour faire face aux besoins des grandes métropoles, rappellent les Verts anglais en 2009 lors des négociations pour une centrale de dessalement ... à Londres !¹⁰⁶ Si le manque d'eau de pluie ne semble pas concerner les rives de la Tamise *a priori*, la question est plus sensible en Australie en 2007 après plus de dix années de sécheresse. Des alternatives au dessalement existent pourtant. « *Pour le prix de l'usine de dessalement de Sydney, on aurait pu équiper tous les foyers de la ville de réservoirs de récupération des eaux de pluie* » d'après Matthew England¹⁰⁷, codirecteur du centre de recherche sur le changement climatique de l'Université du New South Wales. On pourrait lui répondre que les réservoirs resteront vides s'il ne pleut pas, il faut alors estimer le volume de stockage qu'ils constitueraient et la durée de la période

¹⁰⁴ Disponible sur <http://www.eco-et-mat.com/etudes/dessalement--previson-d-investissements-doubles-d-ici-2016-er-1561.php>

¹⁰⁵ Disponible sur http://www.waternunc.com/fr/manifeste_eau.htm

¹⁰⁶ Disponible sur <http://www.20minutes.fr/planete/583461-londres-boira-eau-dessalee>

¹⁰⁷ Disponible sur <http://www.lesechos.fr/entreprises-secteurs/energie-environnement/dossier/300307349/300309134-la-ruee-vers-le-dessalement-de-l-eau-de-mer-180537.php>

d'autonomie obtenue. Mais surtout, « ON POURRAIT COMMENCER PAR RECYCLER L'EAU ! », souligne Dave Griggs, directeur de l'Institut pour le développement durable de l'Université de Monash. L'eau n'est que très peu recyclée en Australie, contrairement aux pays d'Europe, seulement 2 % par exemple à Sydney. C'est dans ce sens que va le document publié par le groupe Watershed (annexe n° 50). Il résume en un tableau un ensemble d'alternatives envisageables au dessalement (l'installation de toilettes à double chasse d'eau, de récupérateurs de pluie, de recyclage, etc.) en montrant que leur utilisation combinée permettrait d'atteindre le même niveau annuel d'approvisionnement en réduisant à la fois les coûts financiers et la contribution à l'effet de serre.

La rareté croissante de l'eau dans les prochaines décennies sera due à quatre facteurs : la croissance démographique, l'urbanisation qui concentre la demande (les villes asiatiques devraient à elles seules augmenter de 1 milliard de personnes dans les 20 prochaines années), l'augmentation régulière de la consommation moyenne d'eau domestique corrélée au développement économique, l'évolution climatique vers une augmentation de la variabilité des précipitations dans les zones semi-arides pouvant conduire à de plus fréquentes périodes de sécheresse (ONU)¹⁰⁸. Cette QSVE nous a intéressé car elle concerne le partage de biens communs environnementaux et car elle émerge du fait de nouvelles possibilités technologiques. Tout en étant une QSVE à l'échelle planétaire, son ancrage local nous paraît intéressant pour observer d'éventuels effets de contexte dans la construction de raisonnements collectifs et dans leur confrontation entre étudiants directement concernés par le manque d'eau et ceux qui ne connaissent pas ce stress hydrique.

V.3.2 Les marées vertes en Bretagne

V.3.2.1 Une situation tendue en Bretagne

Le problème environnemental des « marées vertes » en Bretagne n'est pas nouveau puisque les proliférations saisonnières massives d'algues macrophytes sur ce littoral ont connu une spectaculaire augmentation depuis les années 1970. Les marées vertes sont des accumulations estivales de biomasse macro-algale, et bien que l'espèce incriminée ne soit pas la même sur tous les sites, l'exemple le plus préoccupant en termes d'atteinte au patrimoine côtier est celui des laitues de mer ou ulves. Ces algues vertes sont les plus aptes à profiter de fortes salinités des eaux suite à l'enrichissement en nutriments. Leurs proliférations

¹⁰⁸ Disponible sur <http://www.un.org/french/waterforlifedecade/scarcity.html>

constituent un exemple typique d'eutrophisation du milieu marin côtier, manifestation du dérèglement des phytocénoses. Le nombre de communes littorales devant mettre en place la collecte estivale des algues échouées a augmenté de 50% durant la période 1983-1991 et le budget du nettoyage des plages de Bretagne est passé de 0.3 M.F en 1978 à 3 M.F dans les années 1990, correspondant à l'enlèvement d'environ 50 à 100 000 m³ d'algues échouées (Ménesguen, 2003). Dans les années 2000, 40 000 à 70 000 m³ sont ramassés chaque année par une cinquantaine de communes bretonnes essentiellement dans les Côtes d'Armor et le Finistère, pour un coût annuel moyen de l'ordre de 600 000 euros¹⁰⁹.

Après une quarantaine d'années d'actions militantes et de manifestations citoyennes (3000 personnes en 1986 à Hanvec contre l'extension des grands élevages industriels, 5000 personnes en 1998 à Binic pour réclamer « *une eau pure des sources à la mer* », 1000 personnes en 2000 à Milizac pour protester contre le projet d'installation sur la commune d'une usine de traitement collectif des lisiers, 4000 personnes à Lamballe en 2002 etc.)¹¹⁰, de visites de ministres (M. d'Ornano Ministre de l'Environnement en 1977, M. Crépeau ministre de l'environnement en 1981 en baie de Lannion, M. Lepeltier ministre de l'Ecologie et du développement durable en 2004 à Perros-Guirec), de programmes régionaux (Démarche Bassins versants des Programme de Maîtrise des Pollutions d'Origines Agricoles en 1993 puis programme interdépartemental « Prolittoral » en vigueur depuis 2002) et de plans nationaux (Opération pilote Bouchardeau en 1983, Plan Barnier en 1990, loi Le Pensec en 1999, plan d'Action pour un développement pérenne de l'agriculture et de l'agro-alimentaire et pour la reconquête de l'eau en Bretagne en 2002), après des accidents graves liés aux expositions aux algues en putréfaction (décès d'un joggeur sur une plage infestée en 1989, intoxication d'un ramasseur sur la plage de Saint-Michel-en-Grève en 1999) (Ducreux, 2010), et malgré d'innombrables procédures judiciaires, le problème n'est pas résolu et la controverse bat son plein en 2010. Le décès par infarctus de M. Morfoisse en juillet 2009 suite à une intoxication à l'hydrogène sulfuré dégagé par la putréfaction des algues vertes de la benne municipale qu'il déchargeait, la mort subite d'un cheval et le malaise de son cavalier au cours du même mois de juillet sur la plage de St Michel en Grève ont suscité un tel émoi que le ministère de l'écologie a demandé à l'INERIS (Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques)¹¹¹ un rapport sur le sujet. Sur deux points de prélèvements ont été mesurées des

¹⁰⁹ Disponible sur

http://www.novethic.fr/novethic/planete/environnement/algues_vertes_lutte_longue_haleine/121323.jsp

¹¹⁰ D'après Eaux et rivières de Bretagne disponible sur

<http://eau-et-rivieres.asso.fr.icodia.info/media/user/File/PDF/HISTORIQUE.pdf>

¹¹¹ Disponible sur <http://www.ineris.fr/dossiers-thematiques-ineris/dossiers-thematiques-ineris/1045/1045>

doses d'hydrogène sulfuré présentant un risque mortel pour des expositions de quelques minutes seulement. A la parution du rapport en aout, le premier ministre F. Fillon se rend à son tour à Saint Michel en Grève et annonce la prise en charge par l'Etat du ramassage des algues vertes sur des plages les plus touchées ainsi que la création d'une commission interministérielle chargée de proposer des solutions contre la prolifération des algues. Le plan élaboré par cette commission, rendu public le 8 février 2010 (Dalmas, Moreau, Quévremont, & Frey, 2010), ne satisfait pas les associations de protecteurs de l'environnement qui organisent le dimanche 19 septembre un rassemblement régional de 2000 personnes dans la baie de Douarnenez pour « *un vrai programme contre les marées vertes* ». Ces associations reprochent au plan de privilégier les mesures curatives en négligeant la prévention. Sous l'impulsion de la FDSEA (Fédération Départementale des Syndicats d'Exploitants Agricoles), un collectif regroupant des commerçants, des artisans et des agriculteurs habitant la région organise ce même jour sur la même plage une contre-manifestation de 1000 participants. Les agriculteurs dénoncent la stigmatisation de leur activité et le déni de leurs efforts. Le collectif craint que l'action menée par les écologistes ne vienne perturber l'économie locale pour plusieurs années (le tourisme, les petits commerces, les exploitations agricoles).

Nous avons soumis cette QSVE à la sagacité des étudiants au printemps et à l'automne 2011, nous brosserons donc dans les lignes qui suivent le panorama des controverses à cette époque. Précisons simplement ici que le tribunal administratif de Rennes a condamné¹¹² l'Etat français le 15 avril 2013 à verser 7 millions d'euros au département des Côtes d'Armor pour indemniser les dépenses engendrées jusqu'en 2009 dans la lutte contre les algues vertes, au titre des manquements dans l'application aux élevages de la réglementation sur les installations. La France a également été condamnée le 13 juin 2013 par l'Union Européenne pour manquement aux dispositions de la directive "nitrates" de 1991, les zones vulnérables désignées dans plusieurs bassins, dont celui de Loire-Bretagne, étant considérées insuffisantes par la cour de justice de l'Union européenne.

V.3.2.2 Une QSVE liée à des innovations technologiques

Une controverse scientifique sur la responsabilité de l'agriculture dans le phénomène de marées vertes a été alimentée par les interrogations sur le rôle joué par les nitrates et les phosphates dans le développement des algues. La multiplication des marées vertes en

¹¹² Disponible sur http://www.lemonde.fr/planete/article/2013/04/15/algues-vertes-l-etat-condamne-a-payer-7-millions-d-euros-aux-cotes-d-armor_3160231_3244.html

Bretagne dans les années 1970/1980 (Piriou, 1985) au cours desquelles l'agriculture bretonne subissait une profonde mutation, a précocement fait se tourner les regards vers les activités d'élevages hors-sol¹¹³ intensifs. Aux lendemains de la guerre, l'agriculture bretonne, constituée essentiellement de polycultures dans des exploitations familiales et peu mécanisées, ne représentait que 7% de la production agricole nationale (Office Départemental de l'Environnement du Morbihan)¹¹⁴. L'intensification des cultures fourragères, légumières et des productions animales sous l'impulsion des pouvoirs publics, l'a très rapidement métamorphosée. La modernisation de l'agriculture française a été le produit d'une forte volonté politique de changement des structures d'exploitation vers l'usage de techniques modernes pour accroître la productivité, notamment par la mécanisation (la création de l'Institut National de la Recherche Agronomique INRA date de 1946). Les lois de réorganisation agricole de 1960 et 1962 (création des Sociétés d'Aménagement Foncier et d'Etablissement Rural, SAFER) puis la création en 1963 de la Délégation interministérielle à l'Aménagement du Territoire et à l'Attractivité Régionale (DATAR) ont stimulé les remembrements qui ont accéléré la disparition des petites exploitations au profit d'unités de tailles plus importantes et de groupements d'exploitations agricoles en commun (GAEC). La superficie moyenne des exploitations françaises passe de 14 hectares en 1955 à 20 hectares en 1970 (Léon & Rainelli, 1975). Les terres agricoles de Bretagne étant moins fertiles que dans les autres bassins français, de nombreux agriculteurs bretons se sont spécialisés dans la production porcine. La Bretagne devient ainsi le premier cheptel français de porcs. En 1980, bien que ne représentant que 7,7% de la surface agricole, elle contribue à 42 % de la production porcine, 37 % de celle des poulets, 27 % des œufs, 45 % des volailles secondaires (Canévet, 1980). Les principales innovations technologiques en matière de production porcine portent à l'époque sur la génétique, l'alimentation du bétail et les conditions d'élevage. Les croisements génétiques facilités par l'utilisation de l'insémination artificielle ont joué un rôle important dans l'amélioration des productions, le croisement pouvant diminuer l'âge de la puberté de près d'un mois, et accroître la fertilité de 0,1 à 0,5 porcelets par an en diminuant la mortalité embryonnaire (Tournut, 1978). Mais les techniques d'élevage constituent la principale cause d'augmentation de la productivité des truies (Legault, 1978). L'élevage hors-sol est encouragé par l'Etat : dans un échantillon de 43 exploitations en Ile et Vilaine suivies sans interruption de 1963 à 1971, Léon & Rainelli observent que le montant des subventions reçues par les agriculteurs pour l'investissement dans les bâtiments d'élevage a quadruplé au

¹¹³ Élevages dont l'alimentation n'est pas assurée par la production issue des terres de l'exploitation.

¹¹⁴ Disponible sur http://www.odem.fr/dossiers/atlas_env/pressions/agriculture.php

cours de l'exercice 1968-1969. Ainsi, l'élevage en plein air est remplacé par l'élevage en bâtiment sur caillebotis ou sur litière, tandis que les aliments utilisés sont d'origine industrielle. La consommation d'aliments industriels par kg de porc produit a été multipliée par 5 en France entre 1960 et 1977 (Daridan & Dronne, 1979). Il s'agit de matières riches en protéines : des tourteaux d'oléagineux, des farines animales et du fourrage déshydraté de légumineuses. Le soja représente 72,4 % des tourteaux consommés en France en 1977¹¹⁵, il constitue la source de protéine concentrée quasi exclusive des aliments des porcs. Des progrès vétérinaires permettent de faire face aux pathologies liées à l'industrialisation de l'élevage. L'utilisation d'antibiotiques (dérivés de l'imidazole) permet d'enrayer la généralisation de l'entérite hémorragique très probablement liée à l'apparition de rations à énergie supérieure (Tournut, 1978 *ibid.*) tandis que de nouveaux vaccins limitent la propagation de gastro-entérites virales (Metzger & Aynaud, 1978). La productivité est également augmentée par l'utilisation d'hormones de croissance. Les années 1980 ont vu une explosion des recherches consacrées aux hormones somatotropes : découverte et synthèse de facteurs hypothalamiques régulant la sécrétion de somatotropine et production par génie génétique de quantités importantes de somatotropine recombinante (Bonneau, 1990).

V.3.2.3 Panorama des questions controversées

Au plan de l'expertise scientifique, la première étape a été de déterminer les causes des marées vertes. La zonation verticale des espèces sur les côtes à marées étant due à leur adaptation aux diverses conditions d'éclairement, de turbulence, et de richesse nutritive, les investigations à propos des proliférations d'algues macrophytes (*Ulva armoricana* dans toute la Bretagne et *Ulva rotundata* en Bretagne sud, Ménesguen, 2003 *ibid.*) ont porté sur les variations de concentration des apports continentaux en éléments minéraux potentiellement responsables de l'eutrophisation des eaux côtières. Les variations saisonnières des populations algales sont liées à l'éclairement permettant une croissance soutenue au printemps. Les biotopes bretons sont particulièrement favorables puisque dans la zone intertidale des estrans sableux (fortement réverbérants) exposés plein ouest face à la houle, la turbulence est suffisamment importante pour maintenir les thalles en suspension sans phénomènes d'auto-ombrage, et avec des courants peu dispersifs. Il a été démontré (Sfriso, Pavoni & Marcomini, 1989; Ben Charrada, 1992, Ménesguen & Piriou, 1995 cités par Ménesguen 2003) que l'azote et le phosphore sont des facteurs limitants la croissance des Ulves. Aucune corrélation n'a été

¹¹⁵ En 1977, le tourteau de soja vient nettement en tête des importations de la CEE (5,5 millions de tonnes sur 8,5 millions de tonnes au total), provenant pour 40% des EU et 40% du Brésil.

établie entre le maximum annuel de biomasse algale et les flux de phosphates, alors qu'il a été montré que ce sont les flux d'azote inorganique sur les estrans qui limitent la croissance algale (Ménèsguen, 2003 *ibid.*). Le taux de nitrates dans les rivières bretonnes a doublé entre 1970 et 2000. Jusqu'aux années 1970, il était de 15 à 20 mg/litre en moyenne, alors qu'en 2001, il était supérieur à 50 mg/l dans un tiers de ces rivières¹¹⁶. La responsabilité des nitrates dans le phénomène n'est pas contestée.

Les controverses ont en revanche porté sur l'origine de ces nitrates et la part de responsabilité de l'agriculture. Lutter contre le phénomène des algues vertes est un effort collectif et la complexité des problèmes implique de considérer les « bassins versants contentieux » au cas par cas en se gardant de généralisations rapides. La topographie littorale est déterminante, les marées vertes de la baie de Lannion par exemple se développent avec des apports de nitrates beaucoup plus faibles qu'ailleurs parce que la dérive vers le large y est très limitée (Ménèsguen, 2003 *ibid.*). Les modélisations numériques d'IFREMER permettent d'identifier les rivières cibles et d'adapter les stratégies (Ménèsguen, 1998). Ainsi en a-t-il été de la modernisation des six stations d'épuration de la baie de Lannion pour faire face aux pointes estivales. *« il faut sortir des solutions caricaturales. Il ne suffit pas de dire de passer toute l'agriculture au bio ou de stigmatiser systématiquement les porcheries ; sur l'un des sites les plus problématiques, saint michel en greve, 90% de l'élevage est laitier... Les solutions doivent être prises en collaboration avec les agriculteurs, en prenant en compte le type d'exploitation et la question économique »*¹¹⁷ selon S. Ballu, chargé du suivi de la prolifération des algues au Centre d'Etude et de Valorisation des Algues (CEVA). Malgré la diminution des apports minéraux (31000 tonnes de moins), le bilan d'azote agricole était largement excédentaire sur la période 1988-1997 par suite de l'augmentation des apports organiques (engrais issu des déjections animales : lisier ou fumier : 11400 tonnes en plus en 1997) due au développement des ateliers hors-sol, et de la réduction de 36 % des surfaces utilisées en prairies naturelles (grosses consommatrices d'azote). En 1997 sur près de 200000 tonnes d'azote organique produites par la Bretagne, la moitié provient des bovins et l'autre moitié des élevages-hors sol à raison de 33 % pour les porcs et 15 % pour les volailles (Chapelle, 1999). Les nitrates proviennent des épandages agricoles mais aussi des eaux résiduaires domestiques et industrielles. L'azote, sous forme organique et d'ammoniaque, de ces eaux usées provient principalement de l'urine humaine, des protéines des eaux de cuisine, d'agents assouplissants de lessives et de rejets de l'industrie

¹¹⁶ Disponible sur <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Les-nitrates-et-les-algues-vertes,17843.html>

¹¹⁷ http://www.novethic.fr/novethic/planete/environnement/algues_vertes_lutte_longue_haleine/121323.jsp

agroalimentaire. Les quantités rejetées sont estimées en unités NK (azote Kjeldahl), qui représentent la somme des formes organiques et minérales. Elles sont de l'ordre de 8 à 9 g équivalent NK par habitant et par jour pour un bourg rural (Deronzier, et al., 2002). Dans le réseau d'égout, les formes organiques se transforment en ammoniacale, avec en fin de réseau des proportions de 1/3 d'azote organique et 2/3 ammoniacal. L'élimination biologique des protéines, de l'urée et de l'ammoniacale est réalisée dans des stations d'épuration à boues activées ou dans les stations en lagunage naturel. Une partie est utilisée pour les synthèses bactériennes par assimilation, et les nitrifications aérobies libèrent des nitrates qui peuvent être utilisés pour l'épandage agricole ou être transformés en diazote atmosphérique par dénitrification en bassins anoxiques. L'existence de rejets anormaux de nitrates par les stations d'épuration a été identifiée depuis la directive européenne de 1991¹¹⁸, alors que les activités des agriculteurs étaient stigmatisées. A ces rejets doivent être ajoutés ceux des dispositifs d'assainissement non collectifs. Les effluents anormaux de nitrates peuvent être dus à la saturation des stations d'épuration en période d'orages ou de fortes affluences touristiques. Ils ont été limités depuis 2000 par la modernisation du parc épuratoire après que des « points noirs » aient été identifiés par la mission inter-service de l'eau. Dans le même temps, depuis 2000, d'importants efforts ont été réalisés par les agriculteurs pour réduire leurs rejets d'azote et inverser la tendance des années 1990 en appliquant les normes CORPEN (Comité d'organisation pour la réduction de la pollution des eaux par les nitrates, les phosphates et les produits phytosanitaires provenant des activités agricoles). Ces efforts ont porté en particulier sur le respect des seuils limites d'apports azotés par épandage dans les « zones d'excédents structurels », sur la couverture des sols en hiver pour limiter le lessivage de nitrates, par un moindre recours aux aliments industriels et par l'adaptation de l'alimentation du bétail aux besoins nutritionnels en fonction de leur stade de développement (alimentations « biphasé » et « multiphasé » qui consistent à utiliser un aliment de type « croissance » plus riche en matières azotées pour une durée limitée à la première phase d'élevage). L'amélioration de l'alimentation des animaux a conduit à une réduction en 2010 de 16% des rejets azotés des porcs selon l'INAPORC, organisation interprofessionnelle de la filière porcine française¹¹⁹. Cette même source indique que le taux de nitrates des rivières bretonnes aurait baissé de 20% depuis 2000 avec une concentration moyenne de 30 mg/L en 2010. Pourtant, cette année-là encore, 25 kg d'azote par ha et 12 kg de phosphore par ha ont

¹¹⁸ Directive européenne (91/271/CEE) du 21 mai 1991

¹¹⁹ Les membres de l'interprofession sont les fédérations professionnelles représentatives de chaque métier de la filière porcine française. INAPORC est reconnue officiellement par les pouvoirs publics depuis 2003.

été apportés en trop aux sols selon les statistiques AGRESTE¹²⁰, dont 39% provenant des élevages bovins, 30 % des engrais de synthèse, 21% des élevages de porcs, 10 % des volailles. En 2011, la teneur moyenne en nitrates des eaux de rivières bretonnes est supérieure à 33mg/L.

Les marées vertes ne sont pas le seul effet de l'eutrophisation induite par les nitrates, la prolifération de phytoplancton dans les estuaires pénalise également la conchyliculture et limite les baignades. Les dépôts d'algues se décomposant en haut de plage qui génèrent des jus noirâtres et des odeurs d'œufs pourris ont un effet désastreux pour le tourisme et leur impact sur la valeur du foncier breton n'est pas négligeable. En 2010, « *la commune de saint michel-en-greve qui comptait auparavant 7 hotels n'en abrite aujourd'hui plus qu'un seul et qui peine à vivre* »¹²¹. Outre les risques avérés pour la santé des ramasseurs (Mortureux, 2010), le ramassage mécanique prélève d'importantes quantités de sable et ne fait que reporter la pollution vers les nappes phréatiques lorsque les algues sont déversées en décharge. Les quantités d'algues à ramasser sont considérables (le gisement de 2009 représentait 35 000 T pour les Côtes d'Armor, 23 000 T pour le Finistère et 4 000 T pour le Morbihan)¹²² et le coût à supporter par les communes avec elles. En 2009, les seuls coûts de ramassage étaient estimés à 1,1 million d'euros ; les algues doivent ensuite être épandues ou acheminées vers des plateformes en vue de leur traitement, ce qui induit encore des coûts qui, pour certaines communes, dépassent largement les coûts du ramassage¹²³. Dans ce contexte tendu, les controverses se multiplient à diverses échelles d'espace et de temps.

A court terme et à l'échelle locale, la question est de savoir ce qu'il faut faire des algues. Deux voies ont été mises en œuvre, l'épandage direct (par exemple en 2009 et 2010 en baie de Lannion) et le compostage. Ce dernier transforme les matières organiques en humus, le compost obtenu pouvant être utilisé en amendement organique des sols. Il n'est bien entendu pas envisageable sur les sols bretons en excédents d'azote (l'apport azoté de 30 tonnes d'algues brutes correspond à celui de 15 tonnes de fumiers de bovins ou de 20 tonnes de lisier de porcs.)

¹²⁰ Disponible sur http://draf.bretagne.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/44-45_azote_phosphore_cle4b161d.pdf

¹²¹

http://www.novethic.fr/novethic/planete/economie/consom_action/les_consommateurs_peuvent_ils_faire_avancer_lutte_contre_algues_vertes/128087.jsp

¹²² Rapport d'étude INERIS N° DRC-10-113094-05297A du 11/06/2010, p 23 disponible sur

http://www.ceva.fr/fre/content/download/2004/11316/file/Rapport_INERIS_DRC-10-113094-05297A.pdf

¹²³ <http://www.ceva.fr/fre/MAREES-VERTES/Connaissances-Scientifiques/Impacts/Les-risques-et-nuisances-causes-par-les-marees-vertes>

A l'échelle régionale, dans un climat très conflictuel¹²⁴ entre exploitants, militants écologistes, professionnels du tourisme et résidents, la responsabilité de l'état dans l'application des normes qu'il a lui-même fixé au vu des directives européennes est mise en cause. Il s'agit de la directive 75/440/CEE du 16 juin 1975, dont la non-application a été soulignée par la directive 91/676/CEE du 12 décembre 1991 dite « directive nitrate »¹²⁵. Celle-ci a pour but de protéger les réserves d'eau en surface et en sous-sol en limitant l'usage des nitrates présents dans les engrais agricoles et les déjections animales, en imposant des périodes d'interdiction d'épandage de déjections qui doivent être dûment stockés, en imposant aux Etats membres de surveiller leurs eaux et de définir celles atteintes, ou susceptibles de l'être, par la pollution par les nitrates. La fédération France Nature Environnement (FNE) souligne que de nombreux assouplissements et relèvements de seuils d'autorisation ont été accordés. Les associations de protection de l'environnement dénoncent la légèreté de certaines autorisations d'exploitations. Ainsi par exemple, Eau & Rivières de Bretagne a obtenu du Tribunal administratif de Rennes l'annulation de l'autorisation d'exploiter une station d'épuration des eaux usées par le Syndicat Intercommunal d'Assainissement de Landivisiau, autorisation accordée par le préfet du Finistère le 17 août 1999, au motif que l'instruction administrative de la procédure avait été réalisée à la légère par le Préfet dans ce dossier. L'épandage des boues d'épuration n'avait pas été inclus dans l'étude d'impact.¹²⁶ En 2006, la même association obtient de la cour administrative de Nantes l'annulation de l'appel du ministère de l'écologie d'un jugement du tribunal administratif de Rennes refusant l'extension d'un élevage porcin sur le bassin du Blavet. La cour d'appel confirme que le Préfet ne pouvait autoriser l'extension compte-tenu à la fois des quantités supplémentaires de

¹²⁴ Un exemple d'échange sur un forum est à cet égard éloquent : <http://www.letelegramme.fr/local/finistere-sud/ouest-cornouaille/douarnenez/environnement-stopper-les-marees-vertes-02-07-2010-976336.php>
Messieurs Mesdames les écologistes il serait souhaitable que vous preniez connaissance de la proportion de ces dits éleveurs au niveau du bassin versant du Ris et par la même occasion renseignez vous au sujet du flux azoté (nitrates) gènerè par la production porcine en Bretagne . Renseignements pris vous vous apercevrez que vos attaques sont exagèrèes . A quoi bon vous rèpèter que la profession agricole toute entièrè fait des efforts consèquents depuis bon nombre d' annèes ? Ceci ètant dit , nous pensons que chacun a sa part de responsabilitè au sujet de ce flèau . Il serait bon de regarder d' un peu plus près les rejets des stations d' èpurations des ville je suis tout à fait d'accord avec Christine et Jean Yves , y en a marre !!!!!!! Toutes ces personnes ne veulent pas résoudre le phènomènes des AV , elles veulent simplement changer le modèlè agricole pour nous faire revenir 100 ans en arrièrè , du temps ou l'agriculture avait beaucoup de mal à nourrir la population !!!!!!! Mesdames et Messieurs , les écolos , riverains de la baie de Douarnenez , vous rejetez dans la baie , chacun d'entre vous 6kg de nitrates par an , soit par la STEP ou soit par votre ANC . De ce fait , vous produisez , chacun d'entre vous 2 TONNES d'algues vertes , soit pour une maison , 1 CAMION !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!! Dernière chose , messieurs les écolos , nos champs ne sont pas des poubelles , on y retrouve en permanence , canettes , couches culottes , bouteilles plastiques , résidus de repas et autres papiers de barres énergétiques
Ajouté le 6 juillet 2010 à 09h18

¹²⁵ disponible sur <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31991L0676:FR:NOT>

¹²⁶ <http://www.eau-et-rivieres.asso.fr/index.php?71/108>

lisier à épandre, du morcellement de la zone d'épandage, de la configuration des lieux où elle se situe, et de la vulnérabilité environnementale de ceux-ci. De leur côté, les associations de professionnels agricoles via la FDSEA dénoncent des objectifs européens inatteignables au vu des politiques passées et insistent sur les efforts consentis en précisant que leurs effets ne peuvent être qu'à long terme. Ils contestent la gestion des dossiers à distance par des fonctionnaires auxquels ils reprochent de ne pas connaître les réalités de terrain, ainsi que le manque de continuité des plans successifs.

En effet, la politique agricole de la France à long terme a été totalement révisée depuis les années 1990. Après avoir favorisé l'intensification de l'élevage et soutenu la modernisation de l'agriculture par des aides financières pour contrer l'exode rural de l'après-guerre et assurer l'autosuffisance alimentaire du pays, les pouvoirs publics affichent désormais¹²⁷ leur volonté de freiner le développement des élevages hors-sol. Les problèmes auxquels devaient faire face les exploitants agricoles en 1980 sont recensés par Canévet (1980 *ibid.*), ils sont à l'époque liés à l'intensification et la mondialisation des marchés : dépendance croissante aux importations massives de matière première (tourteaux de soja brésiliens en particulier) et à la stabilité des marchés de l'exportation. La question des nitrates et des équilibres sols-eaux passe largement au second plan. En 2000, alors que la Bretagne est la première région agricole de France et fournit 12% de la production agricole nationale, le problème des nitrates est devenu omniprésent, et le nombre d'exploitations continue de se réduire (il baisse de 29 % entre 2000 et 2007)¹²⁸. L'exploitation moyenne en Bretagne est moins étendue que la moyenne française (44 ha contre 55ha), la raison de cette différence tenant à l'importance du hors-sol en Bretagne (DRAF, 2008). Le nombre d'emplois du secteur agricole breton n'a cessé de diminuer depuis 1989, même s'il génère des emplois en aval dans l'agroalimentaire. Ce modèle de développement d'une agriculture « *low cost* », orientée vers la consommation de masse et rapportant peu aux agriculteurs est dénoncé^{129 130}. Le 22 mars 2007, alors que la commission de Bruxelles décide une nouvelle fois de poursuivre la France devant la commission européenne de justice pour ne pas avoir suffisamment traité le problème des nitrates, Ouest-France parle dans son éditorial de « *nauffrage du modèle agricole productiviste imposé par un lobby aveugle qui plonge la Bretagne dans une catastrophe*

¹²⁷ <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Les-nitrates-et-les-algues-vertes,17843.html>

¹²⁸ http://www.odem.fr/dossiers/atlas_env/pressions/agriculture.php

¹²⁹ En 2008, le revenu annuel des exploitants était de 10 630 € en Bretagne contre 21 570 € en moyenne ailleurs en France. Ducreux (2010, p. 8)

¹³⁰ <http://www.slate.fr/tribune/46101/algues-vertes>

environnementale majeure. »¹³¹ Parmi les réactions sur le blog, on se demande « *Peut-on encore parler de « développement » dans le secteur agricole quand le nombre des exploitations et des paysans ne cesse de régresser ?* ». Selon ce blog, il est clair que le problème des marées vertes vient de la concentration de l'élevage français (30 % des vaches laitières, 30 % des veaux, 45 % des volailles et 60 % des porcs) sur moins de 5 % de la surface agricole utile, mais aussi que « *les agriculteurs veulent garder leur niveau de production, l'industrie agro-alimentaire, sa filière d'approvisionnement, et les élus les emplois* »¹³², et enfin que les gouvernements successifs sont réticents à aggraver la situation économique difficile en appliquant les sanctions prévues par les directives européennes. Le site du ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie¹³³ récapitule les actions menées et dépenses publiques engagées pour la réduction du taux de nitrate dans les eaux bretonnes : un milliard d'euros d'aides publiques depuis 1994 sous forme de soutien financier aux exploitants pour développer leur capacité de stockage d'engrais organique afin de l'épandre au bon moment, et un renforcement des contrôles et sanctions en cas d'infraction. Le plan 2010 précise que l'Etat apportera son soutien au développement d'unités pérennes de méthanisation des lisiers excédentaires sur les bassins versants concernés, mais ce plan est toutefois largement critiqué. Alors que le Comité pour une Agriculture Positive en Bretagne se félicite de la reconnaissance des efforts de la profession agricole, il précise qu'il « *attend toujours le programme du plan gouvernemental relatif au traitement des eaux usées domestiques.* »¹³⁴. Pour les associations de protection de l'environnement et la « *coordination verte et bleue* »¹³⁵, ce plan ne remet pas en cause le modèle productiviste prédominant, se contentant de viser une résolution technique du problème. Il prévoit le financement de mesures curatives précises mais renvoie aux différentes Commissions locales de l'Eau la responsabilité d'élaborer des mesures préventives dans le cadre des Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE). A cet égard, le cas de St Brieux illustre la difficulté de délibérer sur des décisions dont les options sont peu lisibles, voire inconnues, y compris pour des publics d'élus et de représentants d'organisations concernées (Desquinabo, 2011). Pourtant, « *l'engagement du mouvement des consommateurs est capital dans la lutte contre les algues vertes et la promotion d'une autre agriculture* » insiste en février 2010

¹³¹ <http://www.eauxglacees.com/Guerre-de-l-eau-en-Bretagne-6-l>

¹³² http://www.novethic.fr/novethic/planete/environnement/algues_vertes_lutte_longue_haleine/121323.jsp

¹³³ Disponible sur <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Quelles-ont-ete-les-actions-menees.html>

¹³⁴ Communiqué de presse du CAP Bretagne du 17 septembre 2010 disponible sur http://www.fdsea29.fr/sites/d29/actualites/reg/2010/07/100715_cmq_cap_bretagne.pdf

¹³⁵ <http://coordinationverteetbleue.blogspot.fr/p/la-coordination.html>

Guillemot, président du collectif « Halte aux marées vertes » auprès de l'antenne finistérienne de l'UFC-Que choisir.¹³⁶ C'était déjà la teneur du message de l'éditorial d'Ouest France en 2007 : « *Reste le citoyen consommateur. Il sera peut-être l'acteur du dénouement de ce drame arthurien. Acceptera-t-il encore longtemps, à l'heure du consensus autour du pacte écologique, de subventionner l'agriculture industrielle une fois, de payer une seconde fois pour éliminer les pollutions qu'elle laisse dans ses sillons, et de passer une troisième fois à la caisse pour acheter plus cher des produits aussi vitaux que l'eau du robinet parce qu'elle n'est pas buvable sans traitements massifs ? Qu'il mêle sa voix à l'affaire et celle-ci pourrait prendre, enfin, le chemin de la réforme. Mais, s'il s'en désintéresse, il faut redouter le pire.* ». C'est aussi en 2010 la position de l'association « Sauvegarde du Tregor » qui propose de lutter contre les marées vertes en valorisant et en transformant des produits labellisés « zéro marées vertes ».

Les marées vertes se multiplient depuis 30 ans et touchent désormais tous les continents^{137 138}, elles ont été également observées en Australie dès 1980 (Piriou, 1985 *ibid.*). Cette QSVE nous a intéressé car elle est étroitement liée aux erreurs écologiques des politiques d'industrialisation de l'agriculture autorisées par les innovations technologiques du 20^{ème} siècle. Elle pose les questions des marges d'actions politiques dans un contexte économique et social tendu, et des différents niveaux d'actions possibles depuis celui du citoyen dans son acte de consommation jusqu'à celui des accords internationaux. S'enracinant dans la transformation de l'agriculture française, elle nous paraît intéressante pour observer d'éventuelles différences entre les approches des étudiants du Ministère de l'Agriculture et celles des étudiants de l'Éducation Nationale, comme entre étudiants français et australiens.

136

http://www.novethic.fr/novethic/planete/economie/consom_action/les_consommateurs_peuvent_ils_faire_avancer_lutte_contre_algues_vertes/128087.jsp

¹³⁷ En Europe, elles ont été observées dans la lagune de Venise, le fjord de Roskilde au Danemark, de la Veerse Meer en Hollande, des lagunes de la Côte Languedocienne, du Bassin d'Arcachon (Rapport d'étude INERIS N° DRC-10-113094-05297A du 11/06/2010, p.8)

http://www.ceva.fr/fre/content/download/2004/11316/file/Rapport_INERIS_DRC-10-113094-05297A.pdf

¹³⁸ « Elles sont présentes un peu partout dans le monde : dans la région de New York, dans certaines baies d'Amérique du Sud, à Dakar, en Tanzanie, en Inde, au Japon, en Australie, et sur la côte chinoise au niveau de Hong Kong. » Ducreux, 2010, p 12

V.3.3 La consommation mondiale de viande à l'horizon 2050

V.3.3.1 Une question planétaire

Alors que la population mondiale a été doublée entre 1961 et 2005, la production de viande et de lait a été quadruplée (Charvet, 2008). Dès 2006, le rapport de la *Food and Agriculture Organisation of the United Nations* (FAO) sur « l'ombre portée de l'élevage » (FAO, 2006) alerte sur les effets conjugués de la croissance démographique (7 milliards d'humains en 2011), et de l'augmentation des revenus qui stimulent un accroissement rapide de la demande de viande, de lait et d'œufs. La consommation de viande est une question environnementale préoccupante à l'échelle planétaire. Ce rapport indique que le secteur de l'élevage est de loin le plus gros utilisateur de surfaces agricoles, le pâturage occupant 26% de la surface continentale et la production fourragère plus de 30% des terres arables. La FAO a estimé qu'avec 18 % des émissions des gaz à effet de serre (liée à la production d'aliments pour le bétail, aux fermentations intestinales des ruminants, à l'émission d'oxydes nitriques des composts, etc.), la part de l'élevage dans le changement climatique est plus importante que celle des transports. Les pressions sur l'environnement concernent également la dégradation des sols et la raréfaction des ressources hydriques. Quand, en 2007, le prix Nobel de la paix est décerné au Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), les questions énergétiques occupent le devant de la scène médiatique et les pressions exercées par l'élevage sur l'environnement sont au second plan. Une meilleure efficacité d'utilisation des ressources doit être visée selon la FAO, passant par l'élargissement des choix d'options techniques mais nécessitant de faire figurer les perspectives d'adaptation des environnements et des comportements alimentaires à l'ordre du jour politique. La question de l'accès à la viande est aussi un problème d'inégalités sociales : la production de viande peut être considérée comme l'un des marqueurs du sous-développement tant elle est corrélée au PIB par habitant (Charvet, *ibid.*). Modifier les environnements alimentaires¹³⁹ par la mise en œuvre de politiques jouant à la fois sur l'offre et la demande suppose une intervention forte des gouvernements et oblige à revoir l'ensemble des régulations internationales (Delpuech, 2007). Mais les mesures à envisager s'appuient sur tous les niveaux de la société : producteurs, industries agroalimentaires, distributeurs, restaurations collectives, consommateurs, professionnels de la santé et de l'éducation, universitaires, politiques. Cinquante cinq % de la population mondiale en 2010 consomme des produits de masse,

¹³⁹ Les environnements alimentaires sont constitués de l'ensemble des conditions dans lesquelles une personne a accès aux aliments, les achète et les consomme.

standardisés et « marketés » (Rastouin, 2010) dans le système alimentaire globalement industrialisé, tertiarié, concentré et financiarisé.

Suite à la recommandation de 2008 par la FAO et l'ONU de développer la production d'insectes pour leurs potentiels nutritionnels et commerciaux¹⁴⁰, de plus en plus de voix s'élèvent pour remettre en question le modèle occidental de consommation de viande et ses conséquences environnementales. En 2009, Greenpeace accuse l'élevage bovin d'être responsable de 80% de la destruction de la forêt amazonienne¹⁴¹, Mc. Cartney prône au parlement européen une journée par semaine sans viande pour lutter contre le réchauffement climatique¹⁴² ("Less meat = less heat"), Nicolino publie « *Bidoche : l'industrie de la viande menace le monde* ». La vivacité de la question est en 2009 attisée par les inquiétudes vis-à-vis des conséquences sanitaires de l'industrialisation de la production animale suite à la pandémie de grippe aviaire. Les associations de défenseurs des droits des animaux déclinent sur internet « *10 bonnes raisons de ne pas manger de viande* »¹⁴³ suite à la semaine mondiale des végétariens de 2008, puis organisent les semaines mondiales de l'abolition de la viande¹⁴⁴. Les effets environnementaux de la production carnée pour l'alimentation mondiale font l'objet de débats et travaux de plus en plus nombreux. L'opération prospective « *Agricultures et alimentations du monde en 2050* » conduite par IFRAI¹⁴⁵ aboutit au rapport Agrimonde en 2009, qui dresse deux scénarios à l'horizon 2050. Pour chacun d'eux la terre produit suffisamment pour nourrir les 9 milliards d'individus que les projections démographiques laissent envisager ; toutefois les impacts sont très contrastés selon les scénarios. Le premier (*Agrimonde GO* inspiré du modèle « *Global Orchestration* » du Millennium Ecosystem Assessment de 2000) privilégie la réduction de la pauvreté et de la malnutrition par la libéralisation des échanges et des progrès technoscientifiques majeurs en matière de rendements agricoles. La priorité donnée au développement économique de ce scénario se traduit par une gestion uniquement réactive des écosystèmes et des problèmes environnementaux. Le second (*Agrimonde G1*) inspiré des travaux de Collomb, 1999 et de Griffon, 2006 est davantage proactif. Il vise la durabilité du développement par des

¹⁴⁰ Disponible sur <http://www.fao.org/newsroom/fr/news/2008/1000791/index.html>

¹⁴¹ Disponible sur <http://www.greenpeace.org/france/fr/campagnes/forets/fiches-thematiques/en-amazone/>

¹⁴² Disponible sur <http://fr.euronews.com/2009/12/03/paul-mccartney-demande-un-jour-sans-viande-pour-sauver-la-planete/>

¹⁴³ Disponible sur <http://action.petafrance.com/ea-campaign/clientcampaign.do?ea.client.id=45&ea.campaign.id=2089>

¹⁴⁴ Disponible sur <http://www.meat-abolition.org/fr/node/15>

¹⁴⁵ Initiative Française pour la Recherche Agronomique Internationale (Groupement d'intérêt public constitué en 2007 par l'INRA et le CIRAD).

technologies de production agricole susceptibles à la fois de préserver les écosystèmes et de permettre le développement par l'agriculture dans les pays pour lesquels le manque de capitaux limite la mise en œuvre de systèmes productifs intensifs en équipement et en intrants. Agrimonde G1 suppose une réelle rupture : contrairement à Agrimonde GO dans lequel la croissance économique tire la consommation dans toutes les régions pour atteindre une disponibilité moyenne mondiale de 3590 kcal/hab./jour, Agrimonde G1 retient l'hypothèse de disponibilité alimentaire de 3000 kcal/hab./jour, qui suppose une autolimitation de la consommation de produits animaux dans les pays riches.

"Evidemment, ce n'est pas parce que je vais moins manger que quelqu'un du Sahel va mieux manger, mais il est clair que si toute la planète mange comme on mange, et notamment autant de viande, la pression sur les ressources naturelles ne sera pas tenable." écrit dans le Monde du 27 janvier 2011 Paillard, directrice de l'unité prospective de l'INRA. En 2011, année où nous avons soumis cette QSVE aux étudiants, le romancier américain J.S. Foer publie le plaidoyer végétarien « Faut-il manger les animaux ? », puis le livre de l'écologiste S. Fairlie « Meat : A Benign Extravagance » remet à la fois en question les discours végétariens et les statistiques de l'ONU quant à la consommation d'eau par la production animale, la contribution de l'effet de l'élevage à la déforestation et à l'effet de serre. Cette contre-argumentation scientifique est relayée par les associations de producteurs¹⁴⁶ bien entendue mais pas seulement eux, Courrier International par exemple titre « Renoncer à la viande, une fausse bonne idée »¹⁴⁷.

V.3.3.2 Une QSVE liée au progrès technologique

Les transformations de l'élevage se lisent dans un gradient de l'extensif vers la production intensive, dépendant des conditions de l'environnement bio-physique, économique et social lié à la croissance démographique et aux densités de population. L'élevage nomade a permis la conquête de régions difficiles pour la culture (altitude, pente, climat, qualité des sols) qui disposent tout de même d'une végétation herbacée suffisante pour le pâturage ; il implique à l'évidence de faibles densités de population. La sédentarisation s'est accompagnée du couplage de l'élevage avec l'agriculture dans les premiers systèmes agropastoraux caractérisés par les *infields* cultivés avec jachères et les *outfields* davantage dédiés aux pâturages permettant de nourrir des communautés plus importantes, avec toutefois des

¹⁴⁶ Disponible sur <http://www.academiedelaviande.eu/index.php/fr/communication-presse/84-les-vrais-ecolos-ne-sont-pas-les-vegetariens>

¹⁴⁷ Disponible sur <http://www.courrierinternational.com/article/2011/02/17/renoncer-a-la-viande-une-fausse-bonne-idee>

rendements faibles de l'élevage qui est plutôt dédié à la fumure et la traction qu'à la production de viande et de lait. L'accroissement de la demande alimentaire est alors satisfait par le défrichage de nouvelles terres. Au 19^{ième} siècle en Europe occidentale, la sélection empirique d'espèces animales et le remplacement des jachères par des plantes sarclées (betterave, pomme de terre) permettent d'approvisionner les villes en extension, tandis que les systèmes de transport rendent possible la conquête d'espaces agricoles ouverts de nouveaux pays (Canada, Australie, Argentine, Etats-Unis). L'agriculture entre dans une économie de marché, et l'apparition des systèmes de réfrigération¹⁴⁸ facilite le commerce de la viande. Alors que l'extension des surfaces agricoles atteint ses limites, les transformations du monde agricole se sont accélérées dans la seconde moitié du 20^{ième} siècle au cours de laquelle la *révolution verte* a été imaginée pour faire face au passage de 3 à 6 milliards d'êtres humains. La productivité des principales céréales (riz, maïs, blé) a augmenté grâce aux progrès de la phyto-génétique associés à la mécanisation des exploitations, à l'irrigation, à l'utilisation d'engrais et de produits phytosanitaires. Les polycultures-élevages disparaissent tandis que les investissements lourds conduisent les exploitants à se spécialiser, les éleveurs devenant des producteurs de viande inscrits dans des filières agro-alimentaires. Pour la filière viande, l'amélioration de la productivité est due à des innovations technoscientifiques déterminantes dans le domaine de la sélection génétique qui se généralise et est facilitée par les techniques d'insémination artificielle, le recours à des produits industriels à forte énergie pour optimiser le rendement des doses alimentaires, et le développement des substances pharmaceutiques visant à faire face aux difficultés sanitaires de la concentration des animaux. Les différents systèmes d'élevage actuels peuvent être distingués en deux catégories, ceux liés à la production d'herbe comprenant le pastoralisme (bovins, ovins) et l'élevage clôturé, ceux largement tributaires des grains (maïs, orge, ...) et tourteaux (soja, colza, ...): volailles, porcins, bovins. L'intensification de la production de viande bovine est réalisée en plein air, les veaux étant concentrés dans des parcs d'engraissement à proximité des plaines de grandes cultures (d'Amérique du Nord, Brésil, Afrique du Sud, Australie) fournissant les céréales et oléo-protéagineux, l'élevage extensif bovin se reconvertissant vers la reproduction. Les problèmes liés aux limites techniques des productions intensives se sont révélés au cours des années 1990, avec par exemple l'épidémie d'Encéphalopathie Spongiforme Bovine liée au traitement des farines animales pour l'alimentation, et la multiplication des marées vertes

¹⁴⁸ En 1850, la « machine à absorption au gaz d'ammoniac » des frères Carré fournit de la glace en continu, puis celle de Harisson en 1851 utilise la compression d'éther méthylique, et le premier brevet de réfrigérateur à vapeur est déposé par Von Lindé en 1876.

faisant suite à l'essor des élevages hors-sols qui ont donné à la filière l'illusion de ne pas être dépendante des territoires en particulier pour l'aviculture et les productions porcines.

La technologie a également rendu possible une redoutable efficacité des navires de pêche dont la conséquence est la raréfaction des ressources. Les pêcheries ciblent généralement des espèces d'intérêt commercial à l'aide d'engins sélectifs et/ou par l'exploitation de zones et de saisons adaptées. Mais il s'agit souvent de prédateurs dont les populations diminuent, ce qui se traduit à l'échelle mondiale par la croissance des captures de poissons de petite taille et situés en début de chaîne trophique. La pêche nourrit actuellement plus d'un milliard d'humains. Les limites de l'exploitation halieutique se profilent au niveau planétaire selon la FAO, qui estime que plus des trois quarts des ressources marines sont pleinement exploitées, souvent surexploitées. L'aquaculture contribue actuellement à égalité avec la pêche à l'alimentation humaine. Sa croissance est parmi les plus élevées de toutes les productions agricoles (4MT/an en 1970, 65 MT/an en 2007), essentiellement dans les Pays En voie de Développement (PED) (Leridon & De Marsily, 2011). Contrairement aux productions animales terrestres, ces productions aquacoles reposent sur un très grand nombre d'espèces. Les enjeux des recherches sont l'amélioration de la qualité des milieux (en particulier pour les eaux côtières permettant la conchyliculture, soumises à des invasions algales productrices de toxines et des pollutions d'origines continentales), la capacité à développer une alimentation végétale des animaux aquatiques se substituant à l'alimentation carnée actuellement majoritaire, la domestication de nouvelles espèces indigènes, la sélection d'espèces résistantes aux bio-agresseurs, l'amélioration génétique. Les implications de ces nouvelles technologies, en particulier les effets sur la santé (allergies possibles, réactions à des taux d'hormones de croissance supérieurs à la normale) de la consommation d'animaux transgéniques sélectionnés pour leur croissance rapide y compris en eaux froides, ainsi que les atteintes à la biodiversité par contamination des populations sauvages ne sont pas connues.

La croissance de la population mondiale, des revenus, de l'urbanisation se conjugue avec les changements des habitudes alimentaires pour accroître la demande en produits animaux. Selon cette tendance, elle pourrait à nouveau doubler d'ici 2050. Si elle est restée relativement stable dans le monde développé, la consommation annuelle de viande par habitant a doublé depuis 1980 dans les pays en développement (FAO, 2013)¹⁴⁹ : la consommation mondiale a surtout augmenté dans les pays où elle était basse. L'accroissement

¹⁴⁹ Disponible sur <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/fr/meat/home.html>

de la demande depuis quarante ans est particulièrement marqué pour les granivores (porcins et surtout volailles), notamment en Asie. Le porc assure près des deux tiers de la consommation chinoise de viande, le tonnage de l'aviculture a été multiplié par neuf entre 1961 et 2005 (Charvet, *ibid.*). Bien que leur production de viande soit stable en valeur absolue, la part des pays riches à la production animale mondiale diminue. Cette régression est due au développement considérable des performances zootechniques de la production industrielle par de grandes structures dans des pays émergents, au premier rang desquels se trouve la filière bovine au Brésil (JBS-Friboi, Marfrig, Brasil Food) et la filière porcine en Chine (New Hope Group, Zhongpin). Dans le même temps, d'autres Pays Moins Avancés (PMA) comme l'Afrique Subsaharienne ne réussissent pas à accroître leur production de viande au rythme de la hausse de leur population et conservent des techniques proches du pastoralisme.

V.3.3.3 Panorama des questions controversées, risques pressentis et justifications dénoncées

A la fin du 18^{ième} siècle, Malthus (1798 *ibid.*) observe que la population humaine progresse de manière géométrique et les ressources alimentaires de manière arithmétique. « *La race humaine croîtra selon la progression 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256... tandis que les moyens de subsistance croîtront selon la progression 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Au bout de deux siècles, population et moyens de subsistance seront dans le rapport de 256 à 9* » (p 12). De ce constat, il tire la nécessité de faire obstacle à la démographie sans quoi il prédit une extension dramatique de la pauvreté : « *Pour proportionner les subsistances au nombre des consommateurs, on pourrait tout d'abord envisager d'accroître les subsistances. Mais cet accroissement aura pour seul effet de multiplier les consommateurs, de sorte que nous aurons fait un pas sans pour autant nous approcher du but. Tous nos efforts dans cette voie seront vains: c'est faire poursuivre le lièvre par la tortue! Nous apercevant ainsi que les lois de la nature s'opposent à ce que l'on réussisse jamais à élever les subsistances au niveau de la population, notre seconde solution consiste à essayer de ramener la population au niveau des subsistances. Si nous arrivons à persuader le lièvre de se coucher, alors la tortue aura quelques chances de le rattraper!* » (p 106). La QSVE de la consommation de viande étant intimement liée aux croissances démographiques, les estimations des densités de population sont d'importance dans les débats, et il convient de les lire avec circonspection. Le chiffre annoncé de 9,3 milliards d'humains à l'horizon 2050 n'est pas une prévision, mais une projection.

Une projection de la population mondiale consiste à suivre l'évolution de la population de chaque pays du monde compte tenu des hypothèses faites en termes de

fécondité, mortalité et migrations. L'ONU propose de telles estimations encadrant l'évolution réelle avec une valeur haute, et une valeur basse de part et d'autre d'une valeur centrale. De nombreuses incertitudes sont à considérer, liées aux erreurs pouvant se porter sur les effectifs (les estimations ont parfois été fortement révisées lors des recensements) ou sur les hypothèses retenues. Pour chaque pays, l'espérance de vie et la fécondité sont extrapolées à partir d'expériences passées, la fécondité de chaque pays étant supposée tendre (dans l'hypothèse centrale) vers une valeur commune de 1,85 enfant. L'hypothèse « haute » consiste à augmenter cette valeur limite de 0,5 en fin de période, et l'hypothèse « basse » à la diminuer d'autant. Cet encadrement permet d'envisager des évolutions liées à des politiques gouvernementales particulièrement énergiques (l'exemple chinois des années 1970 révèle une spectaculaire baisse de fécondité de 5,7 à 2,7 enfants par femme en 9 ans) ou des reculs qui pourraient résulter d'une détérioration du système de soins (observée par exemple après la chute de l'ex Union Soviétique). (Le Bras, 2011) souligne l'importance de ce paramètre : la prévision de l'ONU de 9,3 milliards d'habitants en 2050 s'appuie sur l'hypothèse négociée avec les services statistiques de chaque pays d'une tendance générale à une fécondité de 2,05 enfants par femme. Or une faible variation de ce facteur influence considérablement l'estimation. Le Bras rappelle qu'en 1995, l'ONU annonçait 5 fois plus de chinois que d'américains pour 2025, valeur ramenée à seulement deux fois plus en 2010. Selon lui, « *Les prévisions en disent plus long sur les fantasmes du moment que sur la réalité du futur* ».

L'usage des terres agricoles pour la production de viande plutôt que pour la production de végétaux consommés directement par les sociétés (céréales, fruits et légumes, légumineuses) est contesté, en particulier par les tenants du végétarisme. Selon la FAO, les pâturages couvrent actuellement 3,38 milliards d'hectares (26 % des terres de la planète, sans compter les pôles) tandis que les cultures occupent 1,53 milliard d'hectares (12 %). Un tiers des terres arables est consacré à l'alimentation du bétail et 60 % des céréales produites dans le monde sont consommées par les animaux. Or, le rendement énergétique de la production animale étant faible (pour obtenir une calorie animale, il faut en moyenne environ 8 calories végétales selon Charvet 2008 *ibid.*), la transformation de calories végétales en calories animales peut passer pour un gaspillage et on comprend que l'usage de terres pour la production de viande puisse paraître en compétition avec la production de végétaux consommables par les humains.

Ce serait le cas pour un tiers des calories végétales produites par l'agriculture (Agrimonde 2009). Consacrer la majorité des terres arables à la production de nourriture directe pour l'être

humain augmenterait la quantité de calories produites par personne de 50 % (Foley, et al., 2011), ce qui impliquerait de réduire considérablement la consommation mondiale de viande. Le raisonnement est bon, mais l'utilisation de l'argument du rendement énergétique ne peut s'appliquer directement à toutes les surfaces potentiellement agricoles. Leridon & De Marsily (2011 *ibid.*) contestent le ratio énergétique classiquement cité (de 1 à 8 ou 9 pour les ruminants et de 1 à 2 à 4 pour les monogastriques). Selon eux, les 18 525 Gcal. consommées quotidiennement par la population mondiale proviennent pour 3 090 de produits d'origine animale, qui ont demandé 9 731 Gcal végétales, soit seulement 3,1 fois plus. « *C'est que le calcul ne prend pas en compte ici les calories non consommables par l'homme ingérées par les animaux (herbe, fourrage...) qui sont évaluées à 11 900 Gcal.* » (p 200). En effet, les productions d'herbivores consommant essentiellement des fourrages ne sont pas en concurrence avec l'alimentation des hommes et des granivores et peuvent toujours valoriser les zones pastorales. Le pastoralisme utilise en effet des espaces qui, sans élevage, resteraient improductifs. Ainsi, le cheval contribue à lutter contre la friche en pénétrant facilement dans un espace, même arboré. Il permet aux ruminants, grands ou petits, de le suivre et de pâturer. Les terres arables ne représentent que 6,1 %¹⁵⁰ de la surface de l'Australie où l'industrie bovine est la plus importante ressource agricole. Les calculs de moyennes générales ne doivent pas escamoter la réalité des systèmes agricoles dans leur diversité. Un troupeau de moutons ou de chèvres peut être la meilleure façon de faire produire de la nourriture à des terres non cultivables. Nous avons, par exemple, vu plus haut que les productions animales représentent une source importante d'engrais organique pour de nombreux paysans pauvres des PED. Dans les systèmes européens et français, (Peyraud, 2011) considère la prairie comme un puits de carbone valorisé par l'élevage allaitant, et un secteur économique vital pour de nombreux territoires sur lesquels il ne serait pas possible de produire des céréales ou de faire de l'élevage intensif.

Peut-on se passer de viande ? En mange-t-on trop ? Traditionnellement, des associations de légumineuses et de céréales (les « paires alimentaires ») permettent de pallier le manque d'alimentation carnée. Pour l'Association Américaine de Diététique et des Diététiciens du Canada par exemple¹⁵¹, les produits animaux ne sont pas indispensables à la santé humaine. Leur argument est que les régimes alimentaires végétariens (y compris

¹⁵⁰ Disponible sur http://www.statistiques-mondiales.com/terres_arables.htm

¹⁵¹ Disponible sur <http://www.alimentation-responsable.com/sites/default/files/position-AAD.pdf>

végétaliens¹⁵²) menés de façon appropriée sont « bons pour la santé, adéquats au plan nutritionnel et bénéfiques pour la prévention et le traitement de certaines maladies ». Pourtant, le succès de la lignée humaine pourrait être lié à la consommation de viande, source de protéines très digeste, depuis *Homo habilis* : les enregistrements fossiles indiquent qu'un changement de régime alimentaire s'est produit il y a 1,5 million d'années. La taille du cerveau des hominidés s'est accrue de 20% alors que celle de leur intestin aurait régressé dans les mêmes proportions (Patou-Mathis, 2009). De plus, les conséquences de régimes pauvres en produits animaux sont bien connues. Dans les PED, principalement en Asie centrale et en Afrique subsaharienne, presque un enfant sur trois est atteint de retard de croissance et d'émaciation (Black, et al., 2008). La consommation de produits animaux doit y être favorisée car elle est trop faible. L'anémie, principale conséquence de la carence en fer, toucherait 1,6 milliards de personnes soit le quart de la population mondiale, les risques étant élevés lors des périodes pendant lesquelles les besoins en fer sont augmentés (grossesse et premières années de vie) ; elle concernerait 47% des enfants de moins de 5 ans, altérant leur développement cognitif. La carence en fer est principalement due à une faible consommation de produits animaux (viande et poissons), notamment dans les couches pauvres de la population (OMS, 2008). Mais, si la réduction de la sous-alimentation et des carences demeure la priorité, le surpoids et la consommation régulière de viandes transformées posent également problème. La transition alimentaire (Popkin, 2006) se traduit actuellement par une tendance universelle à une consommation accrue de calories provenant d'huiles végétales, de sucres simples et de produits animaux, comme à une progression rapide des produits alimentaires ultra transformés (plats prêts à cuire ou à consommer souvent produits à base de viande). La tertiarisation des sociétés engendre un mode de vie de plus en plus sédentaire qui ne justifierait pas le maintien d'une consommation élevée de viande. Un milliard trois cent millions d'adultes étaient en surpoids en 2005, dont 400 millions d'obèses (Kelly, Yang, Chen, Reynolds, & He, 2008). La prévalence des cancers colorectaux et de la prostate augmente avec la surconsommation de viande ainsi que celle des cancers de l'estomac et de l'œsophage lorsque la viande est grillée à haute température (Cross, et al., 2011). La consommation de bœuf en particulier est accusée de nombreux maux. Les études suggèrent de limiter la consommation de viande rouge en raison de l'augmentation du risque de maladies cardiovasculaires (notamment à travers les graisses saturées) et de certains cancers (Hu & Willet, 1998 ; McMichael, Powles, Butler, & Uauy, 2007).

¹⁵² Le végétalisme rejette la consommation non seulement de la chair des animaux (viande, poisson, fruits de mer...), mais aussi des produits laitiers et des œufs.

Nous avons vu que l'augmentation de la demande de viande au cours des dernières décennies a surtout été satisfaite par l'intensification des systèmes de production. Au plan du seul rendement énergétique, le pâturage en plein air n'est en effet pas efficace, les animaux brûlant de grandes quantités d'énergie par leurs déplacements pour manger des végétaux relativement inassimilables. Dans cette même logique, un bœuf élevé en enclos est un producteur bien moins rentable qu'un porc ou un poulet industriel recevant des aliments concentrés essentiellement composés de grains et/ou de farines animales. Mais la mise en place de systèmes hors-sol conduit à une concentration des productions animales dans certaines régions et pose les problèmes environnementaux que nous avons présentés ; de plus, la densité d'animaux élevés en confinement, dotés d'une variabilité génétique très pauvre, et soumis à une croissance rapide, crée des conditions très favorables à l'émergence et la propagation de nouveaux pathogènes (Corrégé, Berthelot, Aubry, Badouard, & Hémonic, 2011). Des apports protéinés alternatifs sont techniquement envisagés, parmi lesquelles figurent la production à grande échelle de farines à base d'insectes, la culture d'algues rouges, de viande artificielle. La pertinence de l'utilisation des insectes comme ressource alimentaire figure parmi les conclusions de la conférence de la FAO en février 2008 à Chiang Mai¹⁵³. L'entomophagie est très répandue dans le monde. Dans de nombreux pays, comme le Pérou, l'Afrique du Sud, la Thaïlande, l'Indonésie, la Chine, l'Australie, le Japon ou encore le Mexique, elle fait partie des mœurs alimentaires au même titre que la viande et le fromage en France¹⁵⁴. Pour envisager leur consommation en occident, on se heurte à un barrage culturel et au doute sur la fiabilité de cette ressource au-delà d'un complément alimentaire en raison du caractère saisonnier des développements de populations d'insectes comme les criquets et de leur durée de conservation limitée. La famille des algues rouges est la plus riche en protéines avec des teneurs de 8 à 47 % de leur poids sec. Par comparaison, le soja, source de protéines végétales de référence, contient 25 % de protéines dans sa matière sèche. Les algues rouges sont donc des sources de protéines potentiellement intéressantes, mais elles sont peu digestibles. Des recherches visent à augmenter leur digestibilité par des procédés enzymatiques. L'utilisation de cette source de protéine ne paraît pas facilement envisageable pour l'alimentation humaine mais Selon Fleurence, directeur de l'équipe d'Écophysiologie Marine Intégrée de l'Université de Nantes, elle pourrait constituer une source alimentaire

¹⁵³ Disponible sur <http://www.fao.org/newsroom/fr/news/2008/1000791/index.html>

¹⁵⁴ http://www.futura-sciences.com/fr/news/t/homme/d/manger-des-insectes-pour-prevenir-les-famines_14767/

intéressante pour l'aquaculture¹⁵⁵. La piste de la culture de tissus animaux à des fins alimentaires est explorée, la Nasa l'ayant envisagé dans la perspective de l'alimentation d'astronautes. La technique est directement inspirée de la culture de cellules à des fins biomédicales, elle a donné les premiers résultats à partir de cellules musculaires de poissons (Benjaminson, Gilchrist, & Lorenz, 2002) et a été reprise à partir de cellules musculaires de porc dans l'exploration « *in vitro meat* » conduite par une équipe néerlandaise de 2005 à 2009. Des cellules souches adultes de porc ont été générées mais ces cellules ne se différencient pas très efficacement en cellules musculaires squelettiques (Haagsman, Hellingwerf, & Roelen, 2009), plusieurs obstacles techniques persistent, parmi lesquels la production de milieux de culture à des prix compatibles avec la production alimentaire et le suivi de la différenciation des cellules et des tissus en trois dimensions dans les bioréacteurs (Langelaan, et al., 2010). Le projet semble utopique aux chercheurs français de l'Inra. Arriver à une production massive de viande par ce procédé entraînerait, selon eux, des coûts exorbitants dus aux quantités d'hormones, de facteurs de croissance et d'antibiotiques nécessaires. « *C'est irréaliste et non pertinent d'un point de vue économique et social* », estime Hocquette, directeur de l'unité de recherches sur les herbivores de l'Inra, à Clermont-Ferrand. « *Nous menons évidemment des recherches sur les cultures de cellules, mais uniquement à des fins médicales, pas pour la production de viande in vitro. Nous sommes capables de cultiver des cellules de muscle, et seulement à petite échelle, mais pas du muscle entier et encore moins de la viande.* » (Houzelle, 2011, p. 7). Des militants pour le traitement éthique des animaux participent au financement des recherches (association « Peta » par exemple) car ils seraient prêts à manger ce type de viande artificielle plutôt que des animaux élevés en batterie¹⁵⁶. Ce n'est sans doute pas l'avis de tous les consommateurs face à ce qui est déjà nommé la « Franken-food », dans un contexte où de plus en plus d'adeptes de la nourriture bio dénoncent la production industrielle d'aliments.

L'ajustement du niveau de consommation de viande est central dans le scénario agrimonde G1 qui prévoit une convergence des disponibilités alimentaires caloriques vers des niveaux modérés dans tous les pays, autrement dit la réduction de la consommation de viande dans les pays riches. C'est pourquoi nous structurerons le panorama des aspects socio-politique de cette QSVE autour de la comparaison des deux scénarios Agrimonde. Avec les deux scénarios, l'amélioration des environnements alimentaires peut passer par la limitation

¹⁵⁵ Disponible sur <http://www.lanutrition.fr/communaute/opinions/interviews/les-algues-sont-une-source-de-proteines-interessantes.html>

¹⁵⁶ http://www.lemonde.fr/sciences/article/2012/06/21/la-viande-in-vitro-cuisine-cellulaire_1722680_1650684.html

des pertes. Ventour (2009) distingue 3 types de pertes alimentaires: celles qui ne sont pas évitables (parties non mangeables ou liées aux procédés de préparation), les pertes évitables liées à la non commercialisation pour des raisons culturelles, et les gaspillages de produits propres à la consommation (en particulier à cause de la péremption). Dans les pays développés, les gaspillages se concentrent dans la phase de consommation (en particulier au niveau des services de restauration collective où les assiettes ne sont pas entièrement consommées (Kantor, Lipton, Manchester, & Oliveira, 1997), alors qu'ils se situent essentiellement au niveau de la chaîne de transport et de transformation dans les PED. Selon la FAO, plus de 30 % de la nourriture produite par l'agriculture finit jeté, décomposé ou mangé par les parasites, quand ils ne sont pas perdus lors du transport ou du stockage (Gustavsson, Cederberg, Sonersson, Van Otterdijk, & Meybeck, 2011). La notion de perte est pourtant à manipuler avec précaution, puisqu'une partie entre en fait dans le circuit alimentaire des écosystèmes qui peuvent avoir une utilité pour les sociétés. Sur le plan des stratégies agronomiques, l'utilisation de sous-produits comme nourriture pour l'élevage semble pouvoir se développer.

Avec Agrimonde GO, scénario basé sur un système agroindustriel tertiarisé et piloté par le marché et les multinationales, l'*agribusiness* se développe (réduction du nombre et augmentation du poids économique des exploitations, des entreprises agroalimentaires et de distribution). Les aliments sont de plus en plus uniformisés, complémentés et médicalisés. Agrimonde G1 se fonde *a contrario* sur un système de proximité et de solidarité régulant l'économie de marché dans lequel le nombre d'exploitations et de PME agroalimentaires augmente, avec des produits alimentaires labellisés selon leur indication géographique. Ce scénario suppose un changement majeur des habitudes alimentaires dans les pays industrialisés et un renversement de tendance dans la plupart des autres pays en transition alimentaire. Un tel objectif implique que des mesures de soutien de grande ampleur soient adoptées permettant aux acteurs de la filière agroalimentaire d'ajuster leur activité à ce nouveau défi. Agrimonde G1 repose sur un jeu d'hypothèses très fortes puisqu'il implique une prise en compte par les consommateurs, par les producteurs et par les politiques publiques des conséquences globales et locales des modes de production et de consommation alimentaire sur l'environnement et la santé. L'ensemble des règles relatives à l'acte alimentaire dans ces différentes dimensions (plaisir, santé, convivialité, symbolique) constitue ce que la sociologie de l'alimentation désigne par le *modèle alimentaire*. Ces constructions sociales complexes fonctionnant dans l'allant de soi participent à la construction de l'identité sociale à travers des processus de différenciation entre cultures et de distinction à l'intérieur

d'une même société. Dans une première approche, trois modèles alimentaires types peuvent être considérés (Poulain, 2002) : i) un modèle occidental avec des rations hautement énergétiques, riches en lipides et protéines, par une forte consommation de produits animaux et dans les pays scandinaves par une abondance de poissons et produits laitiers, ii) un modèle traditionnel agricole prépondérant en Afrique et en Asie avec des rations principalement glucidiques riches en céréales, racines, tubercules et légumineuses mais peu énergétiques et iii) un modèle traditionnel mixte à base de céréales, racines et tubercules complété par un apport protéique important, à base de viande bovine en Amérique latine, de poisson au Japon en Corée et aux Philippines. La transition alimentaire, tendance générale à l'uniformisation bouscule ces modèles, sous l'influence des stratégies de marketing, de l'accélération des circulations de biens et de personnes, de l'innovation technologique, de l'accès aux informations. Bien au-delà de l'idée largement répandue selon laquelle l'information pourrait à elle seule modifier des choix conscients (Cohen, 2008), les comportements individuels se trouvent au cœur de tensions entre modernité et tradition, entre risque et précaution, entre engagement et indifférence qui soulèvent de nombreuses questions. Ainsi, le scénario « Agrimonde 1 » (2009) envisage des consommations de produits animaux en diminution dans les pays industrialisés et plafonnées dans les autres pays. Une telle perspective d'autolimitation touche l'individu dans sa liberté et sa responsabilité, et revêt une forte dimension symbolique par le jeu des valeurs en cause. L'image du produit viande renvoie à diverses perceptions subjectives : de l'animal (consommer éthique en se préoccupant du bien-être des animaux élevés), de l'environnement (consommer responsable en prenant la mesure des émissions de gaz à effet de serre lié à l'élevage), des risques (consommer sain de la viande de qualité), du progrès et de l'innovation (consommer moderne en envisageant de nouveaux aliments), de sa propre identité culturelle (préparer des plats traditionnels et perpétuer les coutumes). Dans le but de réduire la demande de viande dans les pays à forte consommation, les régulations économiques doivent prendre en compte les attentes des consommateurs. Si les conditions permettant un équilibre entre l'offre et la demande avec des niveaux de prix relativement stables ne sont pas réunies, l'équilibrage ne pourra se faire que par une évolution à la hausse. Or la tendance de fond est pourtant à la baisse (Pfaffenzeller, Newbold, & Rayner, 2007), le prix moyen de la viande ayant diminué avec le développement des élevages intensifs. L'action sur les prix pourrait privilégier la qualité : une enquête d'opinion, menée par la Commission européenne en février-mars 2005, montre que 74% des citoyens de l'Union Européenne considèrent que leur comportement de consommateurs peut

améliorer le bien-être des animaux de ferme, et que 57% sont prêts à payer plus cher pour des produits comportant une information sur les conditions de bien-être des animaux (UE, 2009).

L'amélioration de la productivité agricole en matière animale comme végétale est nécessaire à l'horizon 2050 « *Our analysis shows that bringing yields to within 95% of their potential for 16 important food and crops could add 2,3 billion tonnes of new production, a 58% increase* » (Foley & al., 2011 *ibid.* p 339), d'autant plus avec le scénario Agrimonde G1 qui, contrairement au scénario GO, ne prévoit pas une augmentation des surfaces de pâturage et limite la déforestation. En termes d'offre alimentaire globale, il s'agit de combler les déficits de rendements par une meilleure gestion des productions agricoles sans intensifier les pressions sur l'environnement. Le développement agricole et rural, basé sur le potentiel de rendements des technologies d'intensification écologique (la *révolution doublement verte* de Griffon, 2006 *ibid.*), est donc le défi d'Agrimonde 1. Cette option est une alternative à l'artificialisation des conditions de production tendancielle dans Agrimonde GO qui tend à s'affranchir des contraintes et processus écologiques par l'apport d'intrants manufacturés (fertilisants, phytosanitaires, aliments du bétail) et l'amélioration génétique. L'augmentation de la productivité avec Agrimonde G1 est liée au pilotage des stratégies agronomiques par la plus grande prise en compte possible des processus écologiques (intensification du recyclage de la matière organique par augmentation de la part de biomasse restituée au sol et la valorisation de la capacité des sols à mobiliser cette matière organique, intensification de la lutte intégrée contre les maladies et les ravageurs par l'utilisation d'auxiliaires des cultures, par la diversification des populations sur les parcelles ainsi que par l'optimisation des successions culturales, etc.). L'ingénierie écologique s'appuie sur les recherches (en écologie, modélisation numérique, imagerie scientifique etc.) qui permettent de mieux comprendre la complexité des socioécosystèmes et de mieux adapter les stratégies aux conditions locales. Ceci implique une diversification des solutions à la hauteur de la diversité des situations locales, donc en même temps qu'elle s'appuie sur la progression technoscientifique, cette approche reconnaît les savoirs ancestraux et autochtones, car les producteurs sont et resteront ceux qui connaissent le mieux les caractéristiques spécifiques des milieux locaux, des plantes qu'ils cultivent et des animaux qu'ils élèvent. Puisqu'elle s'appuie sur l'hybridation des savoirs et la diversification des pratiques, l'option de l'intensification écologique ne transforme pas seulement l'approche agronomique, elle implique une politique économique de transferts financiers rendant possibles localement les prises de décisions (Griffon, 2002).

La viabilité économique des systèmes de production est cruciale pour les éleveurs. La question de leur rémunération par le marché ou par l'intervention publique des services

environnementaux et sociaux de l'élevage doit être placée au cœur des politiques publiques. La régulation de l'activité agricole par les États est réalisée par les systèmes de subventions, la part du revenu assuré aux agriculteurs variant d'un pays à l'autre, et à l'intérieur des pays. En France par exemple, on estime qu'environ les trois quarts des montants des subventions agricoles de la Politique Agricole Commune (PAC) ne sont destinés qu'à environ un quart des exploitants agricoles, cette inégalité touchant particulièrement les petites exploitations (Leridan & De Marsily, 2011 *ibid.* p 86). L'objectif des subventions peut être le maintien d'une production agricole dans certains pays ou régions par des aides directes et des prix garantis, la stabilisation des prix sur les marchés intérieurs, ou encore l'aide à l'export de denrées agricoles. C'est le cas de la viande bovine européenne. A l'inverse des politiques traditionnelles de soutien de la production intensive, une deuxième voie de soutien se dessine : la redistribution des subventions vers une agriculture biologique et respectueuse de la biodiversité. Elle nécessite d'envisager des mesures de soutien aux systèmes agricoles diversifiés et résilients. Dans les PED, l'augmentation du pouvoir d'achat des producteurs est à la fois un but et un moyen de l'intensification écologique. Huit cent trente cinq millions des personnes concernées par la sous- alimentation survivent dans les PED, dont 600 millions en milieu rural. C'est en améliorant leur intégration comme producteurs dans les circuits agricoles qu'elles pourront accroître leur pouvoir d'achat. Or, depuis 2007 et la forte hausse des matières premières agricoles qui a provoqué les émeutes de la faim, l'acquisition des terres cultivables est devenue la priorité de nombreux pays du globe pour assurer leur autosuffisance alimentaire. Ces acquisitions foncières sont en rapide augmentation en Afrique et ailleurs, entraînant le risque, si ces opérations sont mal régulées, que les populations rurales les plus pauvres perdent leurs droits sur les ressources naturelles. De nombreux PED n'ont pas de mécanismes suffisants pour protéger les droits locaux et pour prendre en compte les intérêts et moyens d'existence des populations locales¹⁵⁷.

Un des résultats les plus marquants de la simulation Agrimonde G1 est la nécessité des échanges internationaux de produits agricoles. En effet, les hypothèses de ce scénario conduisent à un déficit cumulé des régions déficitaires deux fois plus grand que celui d'Agrimonde GO, puisque le scénario G1 prévoit à la fois dans ces régions une augmentation limitée des rendements agricoles et une augmentation conséquente de la disponibilité alimentaire. Pour assurer la viabilité économique des agricultures locales des PED fondées sur

¹⁵⁷ Acquisitions foncières en Afrique : Que disent les contrats ? Disponible sur <http://pubs.iied.org/pdfs/12568FIIED.pdf>

de petites exploitations de semi-subsistance, il faut penser un jeu de régulations par des subventions. Les choix politiques portent sur les ajustements des régulations, qui peuvent ou non favoriser dans les PED l'excès de productions d'oléo-protéagineux OGM pour l'alimentation du bétail des pays riches au détriment de l'usage des terres pour les cultures vivrières, et qui peuvent ou non favoriser à l'excès l'exportation de viande par les pays riches imposant aux éleveurs des PED une concurrence insoutenable.

Cette QSVE est globale par nature mais elle implique aussi chacun dans son comportement alimentaire au quotidien. En cela, elle nous est parue intéressante pour observer de potentielles différences culturelles dans la manière de l'appréhender. En outre, elle soulève la question du pouvoir politique des consommateurs par la pression économique qu'ils peuvent exercer. Son potentiel à questionner les rôles de l'information, la communication et l'éducation pour renforcer la volonté d'agir vers la durabilité nous a semblé pertinent à soumettre à de futurs enseignants.

Tableau V-5 : Comparaison des trois QSVE

Trois QSVE liées aux effets environnementaux des innovations technoscientifiques	Le dessalement d'eau de mer à Melbourne	Les marées vertes en Bretagne	La consommation mondiale de viande à l'horizon 2050
Contextes dans lesquels elles se déploient	<p>Une QSVE émergente ancrée localement dans l'histoire et la géographie d'une agglomération, portée par un collectif de citoyens activistes.</p> <p>Elle renvoie à l'échelle globale aux problématiques de l'urbanisation et de la gestion des biens communs.</p>	<p>Une QSVE récurrente à l'échelle d'une région depuis plusieurs décennies, qui est apparue avec les effets écologiques de l'intensification de l'agriculture.</p> <p>De nombreux acteurs sont mobilisés et actifs, depuis le niveau des acteurs des bassins versants contentieux jusqu'à celui des accords politiques internationaux.</p>	<p>Une QSVE planétaire qui implique tous les consommateurs dans leur comportement alimentaire. Ses contours ne sont pas faciles à dessiner tant elle renvoie aux multiples conséquences (écologiques, économiques, sociales, éthiques et politiques) de la croissance démographique et des innovations de l'industrie agroalimentaire.</p>
Vivacités respectives	<p>Elle est au départ le fait de militants qui alertent sur la précipitation de la mise en œuvre des travaux de l'usine de dessalement, avant que les résultats de l'expertise scientifique sur les impacts écologiques ne soient connus.</p> <p>Le partenariat public-privé dans la gestion de l'eau, bien commun, est dénoncé.</p> <p>Avec l'annonce du coût réel à supporter par la communauté de consommateurs, ce sont les modalités de prise de décision par les politiques qui sont remises en question.</p>	<p>La controverse est très vive entre les citoyens, les professionnels du tourisme et ceux des filières agro-alimentaires. Les tensions atteignent un niveau maximal avec la survenue d'accidents mortels.</p> <p>L'expertise scientifique quant à la responsabilité des nitrates n'est pas contestée. En revanche les débats portent sur la répartition des responsabilités, l'importance des efforts consentis et les possibilités de réactions immédiates, ainsi que sur la réorientation de la modernisation agricole.</p>	<p>Après avoir été estompée par les débats sur le changement climatique, sa médiatisation est croissante suite aux publications récentes de rapports d'experts commandés par des institutions internationales.</p> <p>La perspective de consommer des farines d'insectes ravive les débats autour du végétarisme, mais aussi de la transition alimentaire vers des produits de plus en plus industriels, de la mondialisation des marchés agro-alimentaires et de la « révolution doublement verte ».</p>

Chapitre VI : Les wikis 1, produits d'expertises intra-groupes

Dans ce chapitre, nous examinerons dans quelle mesure un dispositif associant un forum et un wiki permet un travail collectif à distance. Nous présenterons une comparaison des premiers wikis (wikis 1) rédigés par les vingt-quatre différents groupes ainsi qu'une analyse des interactions socio-discursives au cours des processus collectifs.

Les wikis présentent et argumentent la réponse négociée dans un forum (« forum A ») et/ou en présentiel par les groupes à la question : « Dans une recherche de l'intérêt collectif, que faudrait-il faire d'après votre groupe, pourquoi et à quelle(s) condition(s) ? » Nous montrerons que des RSSD collectifs approfondis peuvent être produits dans les ENT, et nous verrons que des limites à leurs approfondissements sont dues aux types de regroupements ainsi qu'à la contextualisation des QSVE.

En communiquant en ligne *via* des forums les apprenants se comportent en faisant référence aux situations d'apprentissages présentiels et présentent des profils comportementaux comparables à ceux adoptés dans un groupe classique (Jelmam, 2010). Considérant à la fois le produit final issu de la dynamique collective et l'action de sa réalisation, nous rechercherons les liens entre les interactions socio-discursives (ISD) au cours du processus de co-construction des wikis et les RSSD qui en résultent. Nous verrons en quoi les divers outils numériques et les variantes aux dispositifs didactiques influencent les ISD.

VI.1 Présentation des wikis 1

Les textes intégraux des wikis 1 et 2 de chacun des vingt-quatre groupes sont en annexes 25 à 48. Dans ces annexes, le texte du wiki 1 est dans la police Times New Roman, et nous avons inséré dans ce texte les modifications apportées dans les wikis 2 avec la police Agency FB, de sorte que les transformations apparaissent visuellement. Ces modifications des wikis 1 suite aux confrontations avec les écrits des groupes correspondants et aux échanges dans les forums intergroupes (forum B), seront analysées dans le chapitre VII.

Afin de permettre au lecteur de visualiser la production des étudiants sous la forme qu'ils ont utilisée dans l'ENT, nous avons ajouté en annexe (annexe n° 9) pour le premier exemple (VIT), une version du wiki extraite de la plateforme *moodle Enfa*.

Rappelons que les extraits de wikis et de forums cités sont bruts. Nous n'avons pas précisé [*sic.*] pour chacune des nombreuses erreurs orthographiques ou autres, afin de ne pas alourdir l'ensemble.

VI.1.1 Cas de la consommation de viande

Dix groupes ont travaillé sur cette QSVE (cf. tableaux V.1 et V.2).

VIT (annexe n° 25, 1736 mots sans les références)

Ce texte est produit par un groupe pluridisciplinaire de l'ENFA de Toulouse. Leur argumentation (en anglais) est structurée en huit paragraphes faisant suite à une introduction qui fournit des données chiffrées de la Food and Agriculture Organisation (FAO) à propos de l'augmentation globale de la consommation de viande au cours de la dernière décennie. Le premier paragraphe "*Stress the dangers of meat for health*" présente les dangers sanitaires de l'élevage industriel ainsi que les risques liés à la surconsommation de viande rouge et de charcuterie ; il soulève la question de l'éducation des enfants vis-à-vis de ces risques. Cette approche des risques est dans le paragraphe suivant pondérée par des arguments d'ordres paléontologique et diététique visant à établir la nécessité pour les humains de consommer de la viande. Le troisième paragraphe présente l'impact climatique de l'émission de gaz à effet de serre (GES) liée à l'élevage. Jusqu'ici, la seule source citée est la FAO et les éléments présentés reprennent principalement ceux du dossier documentaire. Avec le quatrième paragraphe, "*The organically grown label seems to guarantee farming conditions*", un autre aspect présenté dans le dossier documentaire est repris, celui des conditions d'élevage. Le cinquième paragraphe pose le problème à la manière du dossier documentaire c'est-à-dire sous l'angle de la démographie et du prélèvement des ressources « *In 2050 we will be more than nine billion people in the world. All of these people will be consumers. How is it possible to preserve natural resources and to protect environment ?* ». Viennent ensuite quelques lignes à propos de la consommation d'eau liée à la production de viande, sans que les données avancées soient questionnées alors que le dossier présente une controverse à ce sujet. Dans le septième paragraphe qui reprend le titre du dossier (Viande, en manger ou pas ?), le groupe prend position pour une consommation modérée de viande. La conclusion de ce wiki insiste sur les conditions de vie des animaux dans les élevages industriels et les dangers sanitaires associés, en terminant sur la difficulté pour les personnes à faible pouvoir d'achat à se procurer une viande produite dans d'autres conditions mais plus chère. Cet aspect est également inspiré du dossier documentaire.

Même si ce wiki présente de manière implicite une prise de position en faveur d'une consommation modérée de viande issue d'une agriculture moins intensive, il développe assez peu la controverse et se limite à la présentation de ces principaux aspects sans argumenter les moyens de faire évoluer les socio-écosystèmes. Les étudiants de cette session ont travaillé sur

cette QSVE dans le cadre d'une Unité d'Enseignement de langue et leur production peut être considérée comme essentiellement une reformulation en anglais de la présentation de la QSVE fournie dans le dossier.

V1M (annexe n° 26, 904 mots sans les références)

Lors de cette première session du programme franco-australien, un seul étudiant en sciences de l'environnement à Melbourne a rédigé ce court wiki. Il présente d'emblée la consommation et la production de viande comme une question controversée tant du point de vue social que scientifique. Contrairement aux français, il ne commence pas avec des « données » scientifiques. Après trois phrases introductives (correspondant à notre consigne : *what makes this a controversial topic ?*) le titre qu'il choisit est *personal opinions*. Cette rubrique est en fait la présentation de *what have you learnt about the different positions people on this issue ?*). Il reformule les arguments pour et contre issus du *press-kit* en ajoutant des références bibliographiques. Cela lui permet d'apporter des informations scientifiques présentées comme des arguments en débat et auxquels chacun n'accorde pas le même poids : la consommation de viande est considérée par certains comme naturelle pour les humains car elle a permis leur évolution en constituant une riche source d'énergie et d'éléments indispensables. Pour ceux qui s'opposent à cette consommation, c'est l'impact environnemental de la production qui prime (émission de gaz à effet de serre, consommation d'eau douce) ainsi que le probable risque de cancers liés à cette consommation. En réalité, l'auteur ne révèle pas son opinion personnelle dans cette partie. Dans la partie suivante, qu'il intitule « *public interest* », il prévoit trois possibilités d'actions dont il explore les intérêts et limites, laissant alors transparaître son opinion : l'arrêt total de la production de viande résoudrait un problème environnemental mais en posant le problème social des emplois de la filière ; la réduction de cette production semble une option viable, supposant toutefois une politique visant à modifier la culture de la consommation. La troisième option serait selon lui d'améliorer les techniques de production en vue d'une réduction de leur impact (on remarquera qu'il s'intéresse finalement plus à la production qu'à la consommation). Cette option est celle qu'il retient dans la partie suivante où il expose clairement son point de vue : il ne lui paraît pas possible de stopper la production de viande. Dans la suite, l'auteur montre qu'il a conscience d'avoir une opinion influencée par sa culture australienne dans laquelle la consommation de viande est une large part du régime alimentaire, et où l'importance économique de la filière de production est grande.

V2La (annexe n° 27, 2074 mots sans les références)

Avec la plateforme numérique utilisée par ce groupe d'étudiants lyonnais en SVT, les rubriques du wiki sont configurées à l'avance, ce qui leur a imposé de répondre aux questions : Pourquoi cette question environnementale est-elle controversée ? Que nous apprennent les acteurs concernés ? Dans une recherche de l'intérêt collectif, quelles sont les actions possibles ? Quelles sont celles que votre groupe retient ? Pourquoi et à quelle(s) condition(s) ? Quels sont les points de discussion dans votre groupe à propos de ces actions ?

Le wiki débute avec la mise en opposition illustrée par deux photographies entre l'élevage industriel de volailles et le pâturage de bovins. Elle vise à sensibiliser les consommateurs aux conséquences de leur mode de vie et permet de problématiser la QSVE dans la tension entre les tenants du végétarisme et ceux qui défendent une consommation de viande en prenant en compte les conditions de production. Cette première rubrique souligne également la différence entre pays riches et PED (avec une affirmation douteuse non questionnée : « [...] *la viande est un aliment très important dans les pays en voie de développement, qui apporte aux consommateurs une part essentielle de leurs besoins nutritifs.* ») Trois problèmes, dont deux environnementaux, sont identifiés. Il s'agit de la contribution de l'élevage à l'effet de serre et de l'utilisation d'eau douce, le troisième étant celui de l'accès de tous à la viande. D'autres aspects environnementaux tels que la déforestation et l'occupation des surfaces agricoles sont cités par la suite, mais l'utilisation de pesticides et de fertilisants par exemple, ainsi que tous les aspects économiques ne sont pas considérés comme éléments de la controverse. La deuxième rubrique attribue une place importante (les trois quarts du texte) aux liens entre consommation de viande et santé d'une part, à l'évolution climatique globale d'autre part. Des discours d'acteurs concernés, il n'est retenu que celui d'un agronome militant écologiste insistant sur la compétition entre les bovins et les humains pour la consommation de produits agricoles, compétition à l'origine d'inégalité entre les occidentaux et les populations des pays les plus pauvres. L'argumentation se base sur de nombreuses valeurs chiffrées et est très dichotomique, construite sur les oppositions (végétariens ou non, consommation occidentale et dans les pays pauvres, utilisation des produits agricoles pour le fourrage ou l'alimentation humaine). L'argumentation est essentiellement fondée sur les aspects techniques. La moitié de la rubrique concernant les actions envisageables est consacrée à l'exploration des techniques de production de viande in vitro, les autres actions visant une transformation de l'agriculture par l'application de sanctions et l'incitation des consommateurs à limiter leur consommation de viande en privilégiant de produits de qualité identifiés par des labels. L'augmentation de la

consommation de poisson est envisagée mais écartée dans la rubrique discussion du fait des problèmes liés à la surpêche. La première solution retenue par le groupe est « [...] *un compromis entre la consommation excessive de viande, souvent industrielle, et une alimentation plus raisonnée, avec un choix dans la qualité de viande* », la seconde étant la promotion de « *culture de cellules musculaires en tant que compromis : nous continuerions à consommer de la viande (bien que pas naturelle), tout en réduisant considérablement les dégâts collatéraux (antibiotiques, hormones de croissance, pollution des sols, etc...)* ». Cette idée ne fait pas consensus dans le groupe et est très critiquée par un des participants dans la dernière rubrique.

V2Lb (annexe n° 28, 1444 mots sans les références)

Le deuxième groupe d'étudiants lyonnais en SVT a travaillé avec la même plateforme et a donc produit un wiki montrant la même architecture que V2La.

Ce sont également les problèmes environnementaux (au sens écologique du terme) et les questions diététiques qui sont mis en avant. La dimension culturelle de l'acte alimentaire est toutefois signalée « *La viande fait aussi partie de notre culture culinaire occidentale, et les pays en voies de développement considèrent cet élément comme un des premiers piliers de la richesse.* » Dans la deuxième rubrique, les différentes positions d'acteurs sont listées sans que les arguments soient mis en débat, ils ne sont que juxtaposés. Les solutions envisagées sont la limitation de la consommation de viande par le recours à des palliatifs (insectes et spiruline) dans la mesure où les besoins physiologiques sont pris en compte. Les actions visant à faire évoluer les modes de production ne sont pas explorées bien qu'est citée la possibilité de « *privilégier une consommation intelligente, avec des élevages plus petits et respectueux de la nature.* ». Le groupe se retranche dans une posture de spécialistes allant jusqu'à proposer « *la mise en place de "tickets viande" et chaque famille en recevrait en fonction du nombre d'individus* ». Ces étudiants ont d'abord visé la limitation de la consommation, solution retenue pour laquelle il est nécessaire de faire « *changer les mentalités* ». Une éducation alarmiste et normative est prévue : « *Il faudrait que le corps médical insiste plus sur les dangers de la surconsommation de viande, mais mette en garde l'absente totale de cette consommation surtout chez les jeunes enfants. Cela devra se faire suite à des directives ministérielles pour la santé des citoyens.* ». Une conséquence économique est anticipée (« [...] *une perte d'emploi des personnes dans l'industrie de la viande, qui devrait être prioritaires pour être employés dans les industries des palliatifs* »). Les discussions rapportées au sein du groupe dans la dernière rubrique permettent tout de

même d'élargir le panorama des points de vue de différents acteurs ; cette rubrique a également rendu possible l'expression d'un discours engagé d'une des participantes qui dénonce la « *politique actuelle de profit dans la société capitaliste qui ne correspond pas aux besoins de la planète, et celle-ci est soutenue par certains politiques.* ».

V3Ta (annexe n° 29, 2501 mots sans les références)

Ce wiki a été rédigé par un groupe pluridisciplinaire d'étudiants de l'ENFA de Toulouse sur une plateforme numérique dans laquelle les rubriques n'étaient pas préconfigurées. Ainsi ces étudiants qui ont reçu la même consigne que les groupes lyonnais ont-ils eu plus de liberté pour organiser leur propos. Ils l'ont structuré en quatre parties : la consommation de viande un sujet controversé, la consommation de viande et les acteurs concernés, actions pour l'intérêt public, action prioritaire.

Les étudiants développent une argumentation en faveur du modèle de production français. L'approche macroéconomique et l'étude des marchés sont privilégiées. Le groupe développe l'analyse des déterminants (augmentation des prix, du coût du travail et des approvisionnements, complexité des circuits de distribution, transformation des rapports sociaux, prise de conscience environnementale, etc.) de l'évolution de la situation française (« *Ce sont les produits élaborés qui ont le plus progressé au détriment des viandes fraîches de boucherie. Cependant on peut observer depuis de nombreuses années une tendance à la baisse.* ») en s'appuyant sur les statistiques agricoles. Cette analyse de la situation française est comparée à celle de l'évolution du marché mondial dans le contexte de croissance de certains pays émergents et de difficultés d'autres pays à assurer la sécurité alimentaire. Des liens (émission de GES, acidification des sols et eutrophisation des eaux) entre la consommation de viande et l'environnement sont cités et le recours à une généralisation de l'agriculture biologique est discuté. Au vu de la croissance démographique, la question de l'épuisement des ressources est abordée. Les efforts des éleveurs français vers une « *agriculture plus respectueuse des équilibres naturels, des sols et de la biodiversité* » et les premiers effets bénéfiques sur les écosystèmes sont soulignés. La solution préconisée est un changement de comportement des consommateurs passant par des mesures éducatives visant à privilégier la qualité à la quantité et à informer les consommateurs afin d'éviter les amalgames : « *Les éleveurs souffrent de ces critiques souvent virulentes à l'encontre de la viande et des pratiques d'élevages, d'autant plus qu'elles mettent en danger la filière et portent atteinte à la production française. A terme, celle-ci pourrait pâtir d'une perte de*

compétitivité économique, au profit de systèmes de production très différents de notre modèle. ».

V3Tb (annexe n° 30, 2208 mots sans les références)

Ce wiki, également rédigé par un groupe pluridisciplinaire d'étudiants de l'ENFA de Toulouse, donne une grande importance aux témoignages. Le propos est articulé autour du message selon lequel « *L'agriculture actuelle ne peut plus continuer ainsi, les dangers qui reposent sur notre planète sont importants et prouvés, il est temps de réagir.* » Les citations constituent près du tiers du texte (707 mots), les étudiants donnant la parole à un agriculteur « *témoin et acteur de ce changement de production et d'élevage* » et à un journaliste lanceur d'alerte dénonçant le lobby de la viande. Les trois faits pris en compte sont la croissance démographique, l'inégalité de l'accès à la viande, la disparition de l'agriculture paysanne. Les dangers de la consommation de viande industrielle « *sur l'environnement et pire encore sur la santé publique* » sont soulignés. Cette manière de problématiser conduit à rechercher : « *que faire pour sauver le Consommateur ? Difficile face à des industries qui pèsent des millions d'euros !* ». Si le problème est effectivement posé à l'échelle planétaire, les solutions envisagées sont à l'échelle française. Il s'agit de l'application de la réglementation sur la Responsabilité Sociétale des Entreprises et de l'éducation dans le cadre scolaire et professionnel des consommateurs.

V4L (annexe n° 31, 1640 mots sans les références)

Ce wiki ainsi que les suivants ont été réalisés sur la plateforme de l'Université de Lyon, mais pour les sessions 4 et 5 les rubriques n'ont pas été préconfigurées. Les étudiants ont donc pu librement déterminer la structure de leurs textes. Le texte de ce groupe d'étudiants lyonnais en SVT est constitué de 4 parties : « *impact environnemental* », « *conditions d'élevage des animaux* », « *problèmes sanitaires* » et « *solutions proposées* ».

L'introduction pose le problème sous l'angle de l'épuisement des ressources : les évolutions démographiques et de consommation globale de viande en regard de la productivité agricole amènent à craindre une famine de plus en plus importante et une pénurie d'eau. La première partie présente les impacts environnementaux de l'élevage de manière uniquement négative : pollution des eaux, émission de gaz à effet de serre, déforestation, extinction d'espèces. Aucun contre-argument n'est avancé et les affirmations ne sont pas questionnées ; la seule source citée est la FAO. La deuxième partie dénonce les conditions

d'élevage industriel des animaux, elle reste focalisée sur la situation française et considère la préoccupation du bien-être animal en même temps que la recherche de rendement économique et de bas prix à la consommation. Les étudiants envisagent un « *un véritable plan de transition afin de respecter aussi le travail des éleveurs* ». La troisième partie souligne les « problèmes sanitaires » (cancers, maladies cardio-circulatoires) liés à la consommation de viande en précisant qu'une controverse scientifique persiste mais en ne citant que les résultats étayant la thèse du risque. Les étudiants reviennent sur la question de l'élevage industriel pour insister sur les risques du recours massif aux antibiotiques et hormones : « *La viande devient alors porteuse de maladies.* ». Cette partie est une accumulation de « données » alarmantes sur les intoxications alimentaires, qui vise à inquiéter (en prenant l'exemple de l'importation en Europe de viande issue d'animaux clonés par exemple). Elle n'envisage ni d'autres productions que l'élevage intensif ni d'autres situations que celle d'un consommateur européen. Les solutions proposées sont, en cohérence avec la problématisation, orientée vers ce qui pourrait remplacer la viande. Cela donne lieu à une analyse détaillée des compositions en nutriments de divers aliments par référence à des modèles alimentaires non-occidentaux et des régimes alternatifs dont les possibilités de transferts sont discutées. Le niveau d'approfondissement est plus important dans ce domaine (diététique) que pour les aspects de la QSV renvoyant à des analyses plus complexes de la dynamique des socio-écosystèmes. Certains de ces aspects (éviter le gaspillage, consommer préférentiellement de la viande qui requiert moins de ressources, ralentir la croissance démographique) sont abordés tout de même en quelques mots et en envisageant des régulations assez drastiques « *le rationnement avec pourquoi pas un système de taxes sur la viande.* » Ce wiki, à l'instar de ceux des groupes V2La et V2Lb privilégie la rationalité instrumentale et la posture d'experts en biologie à la réflexion critique sur les aspects socio-économiques de la QSVE.

V4M (annexe n° 32, 3230 mots sans les références)

Les étudiants australiens en sciences de l'environnement qui ont rédigé ce wiki se positionnent dès l'introduction sur le besoin «naturel» de consommer de la viande "*The fact is that we are omnivores and as such need a combination of meat and vegetables in our diet to lead a healthy, active lifestyle.*". Après avoir choisi une définition du terme « viande » et présenté l'évolution de sa consommation mondiale, ils reformulent le problème posé : "*The question we are asking should not be "to consume meat or not" but rather "what is a sustainable level and type of meat consumption?" and "how can we reduce the effect of greenhouse gases, resulting from the meat and agriculture sector, through improvements in*

farming techniques?" Conformément à cette problématisation, le wiki est structuré en 6 parties : l'émission de gaz à effet de serre, les consommations alternatives (mais toujours de viande), la composition en nutriments de la viande rouge, les pratiques agricoles en Australie, les conditions de passage à une agriculture durable et le point de vue économique.

La principale question abordée n'est pas celle de l'épuisement des ressources, mais celle de la pollution. La relation entre l'élevage et l'émission de gaz à effet de serre est explicitée et comparée à d'autres émissions et l'importance de recherches agronomiques visant à réduire cette émission est soulignée. La question de l'eau est peu abordée bien que cette ressource constitue un facteur limitant important en Australie. L'ensemble est envisagé dans le contexte australien, tant du point de vue économique (exportations, emplois de la filière) que du point de vue historique (alimentation traditionnelle des aborigènes) et du point de vue agronomique (*current farming in Australia*). Le wiki articule les aspects environnementaux et sociétaux, l'idée structurante étant d'associer les efforts nécessaires pour le passage à une agriculture durable (*sustainable farming, organic certification*) à la traçabilité des produits, à la responsabilisation des consommateurs et aux possibles régulations du marché. Des exemples d'évolution du système sont ainsi donnés, avec des rapprochements entre les grandes chaînes de distribution et des associations de défense de l'environnement permettant d'envisager la commercialisation de produits obtenus selon de nouvelles pratiques, depuis l'alimentation du bétail jusqu'à l'emballage. Ainsi, contrairement aux français, le groupe ne discute pas la nécessité de consommer de la viande dont les apports essentiels sont rappelés, et n'aborde que peu la question de la réduction de cette consommation, mais argumente en faveur d'une production plus respectueuse de l'environnement et des moyens d'y parvenir.

V5L (annexe n° 33, 2561 mots sans les références)

L'exploration de ce groupe d'étudiants lyonnais en SVT dont rend compte ce wiki est bien davantage tournée vers les aspects agronomiques et diététiques que socio-économiques ou culturels. Il s'agit principalement d'envisager les conséquences environnementales et physiologiques de diverses alternatives à la consommation de viande.

L'introduction aborde la QSV à partir de valeur moyenne de consommation (en France) et l'envisage selon la perspective des menaces environnementales comme le montre la liste de sept effets négatifs de la production de viande. La partie suivante explore les besoins en protéines nécessaires au renouvellement des tissus, ainsi que les autres apports en nutriments des aliments « du groupe 5 » : la problématique est celle des rations alimentaires,

le cas de complémentations à un régime végétarien est développé. Le groupe s'intéresse alors au rendement de production des viandes en termes d'utilisation d'eau et de transfert énergétique. Les étudiants en viennent ainsi à privilégier la volaille et signalent (sans l'explicitier) le problème des conditions d'élevage. Selon une approche quantitative, l'entomophagie est alors envisagée pour la valeur nutritive élevée des insectes. La référence à « *certaines chercheurs réputés* » témoigne ici de l'importance accordée par ces étudiants à l'autorité conférée par le statut de scientifique. Cette partie est la plus étoffée du wiki 1 (879 mots et un tableau) : la consommation d'insectes est, semble-t-il, la solution rationnelle à retenir pour ces étudiants, qui titrent cette partie « Développer l'entomophagie ». Ils développent leur argumentation sur les rendements de productivité et « l'avantage environnemental » par comparaison avec la consommation de bovins puis soulèvent la question de l'acceptation culturelle de tels nouveaux aliments en Europe. Leur exploration de cette alternative se prolonge avec les problèmes de bioaccumulation de produit toxiques, de rythme de production, de conservations possibles, et va jusqu'à une recherche de recettes culinaires. Deux autres parties complètent ce wiki : l'une très brève suggère la consommation de vers de terre, l'autre beaucoup plus développée explore les alimentations à base de protéines végétales (associations légumineuses/céréales), en particulier du soja dont les propriétés sont très détaillées et les possibilités d'exploitation discutées. Le RSSD collectif de ce groupe est surdéterminé par la situation dans laquelle se trouvent les auteurs, géographiquement en tant que français et institutionnellement par leur statut de futurs professeurs de SVT, lequel les conduit à la fois à limiter leurs investigations aux questions biologiques et écologiques et à dispenser des conseils alimentaires.

V5M (annexe n° 34, 2042 mots sans les références)

Ce wiki produit par un groupe d'étudiants australiens en sciences de l'environnement élargit la question initiale (Viande, en manger ou pas ?) dès l'introduction en orientant la réflexion non pas seulement vers la consommation mais également vers le système de production : *“The answer cannot simply be found in the meat itself but in the meat industry and a move away from large ‘meat factory’ products and a return to the free-range and grass fed livestock.”*

Dans la première partie « *public awareness* », les étudiants envisagent la QSV sous l'angle d'une diversité d'intérêts en jeu et influençant les différents discours. Le groupe aborde alors la question de l'éducation des consommateurs : *“In today's day and age it is vital to make people aware of what is in the meat they are buying, where it comes from and the*

associated health and environmental impacts that these products have. Only this will help more people to make more informed decisions about the meat in which they are consuming.” Ceci les conduit à porter leur regard sur les messages publicitaires à l’échelle locale, promouvant la consommation de viande, puis à présenter les recherches et les incertitudes à propos des dangers de la surconsommation de viande. Le paragraphe suivant expose *a contrario* ceux de la non-consommation de viande, il est prolongé par une distinction entre « processed and unprocessed meats ». Le groupe en vient à la recherche d’alimentations alternatives, les étudiants sont alors très affirmatifs, marqués sans doute par la culture australienne (leurs correspondants français du groupe V5L ne partageront pas leur avis sur ce point) : « *The simple answer is nothing can effectively replace the absence of meat from the human diet. We would have to consume more vegetables, beans and nuts in our diet than is almost physically possible for a normal individual* ». Leur discours intègre la dynamique des socio-écosystèmes : “*although this would be an easy solution to solve some of the environmental issues created by the livestock industry, soon the planting and growing of excessive amounts of vegetables could lead us to the same position we are in now with the meat industry*”. Leur posture est critique, par exemple vis-à-vis des conditions de production de poisson avec le cas du saumon d’élevage, et ils ne reçoivent pas les affirmations sans délimiter leur recevabilité : “*According to a UN report the livestock industry produces more greenhouse gases than cars; 18%. This figure must be taken with a grain of salt as it doesn’t differentiate between the other uses including logging and development of the deforestation attributed to cattle ranching.*” Ils analysent des alternatives au système de production actuel et s’interrogent sur les moyens de passer globalement à des systèmes de production plus durables. Finalement, leur RSSD les conduit à prendre clairement position dans un engagement pour une production ayant un impact environnemental moindre ainsi que pour une modération de la consommation. “*This is supported by the ‘slow food’ movement which is both an Australian and International initiative that provides people information to assist them in sourcing their food from local small scale suppliers*”.

Les pistes d'actions explorées dans ces dix wikis :

Les wikis ont été réalisés de façon à proposer des pistes d'actions. Celle de la modération de la consommation de viande dans les pays développés est retenue par tous les groupes, chacun insistant plus ou moins sur son importance et ses conséquences sur la santé, l'environnement, l'économie. Cette réponse consensuelle est accompagnée d'explorations spécifiques. Ainsi des groupes privilégient-ils la réflexion sur les innovations technoscientifiques pour faire évoluer les systèmes de production (V1M mise sur les progrès agronomiques, V2la sur les cultures in vitro, V5L sur les élevages d'insectes). D'autres groupes s'intéressent davantage aux apports nutritionnels nécessaires et recherchent des alternatives en explorant les moyens de faire changer les comportements et en imaginant des mesures de rationnement (V4L, V2Lb), tandis que la sensibilisation aux conditions d'élevage et à l'éducation au discernement des consommateurs est privilégiée par V1T, V3Ta, V3Tb. Enfin, les groupes V4M et V5M explorent surtout les mesures politiques favorisant le passage de l'agriculture australienne vers des modèles plus durables.

VI.1.2 Cas du dessalement d'eau de mer

Huit groupes ont travaillé sur cette QSVE (cf. tableaux V.1 et V.2).

E1T (annexe n° 35, 1764 mots sans les références)

Ce texte a été rédigé par un groupe pluridisciplinaire de l'ENFA de Toulouse dans le cadre de l'Unité d'Enseignement d'anglais. Leur niveau d'anglais n'est pas très élevé ce qui a rendu difficile la rédaction. Des remarques du professeur d'anglais demandant des modifications sont restées dans ce wiki 1. Il est structuré en six paragraphes indépendants, le groupe ayant, à l'instar du groupe V1T, choisi de ne pas conserver l'organisation en rubriques demandées par la consigne.

Le groupe part de constats globaux : les réserves d'eau douce de la planète, leur inégale répartition et la consommation des pays industrialisés. Le dessalement de l'eau de mer est considéré comme une réponse technique possible à ce problème global, présentant des inconvénients tels que la consommation d'énergie et les rejets de saumure. Son utilisation à grande échelle et les enjeux futurs sont discutés. L'exemple australien sert à illustrer la complexité de la question en apportant une compilation d'informations issues de documents éclairants divers aspects. Quelques pistes alternatives sont signalées ("*an integrated farm management thanks to micro-irrigation, the re-use of waste water in farming [...] the exploitation of the submarine springs of fresh water*") mais sans être réellement explorées.

Dans la conclusion rédigée par un seul participant s'exprimant en son nom propre ("*From my point of view, the study of these problems is a world stake and maybe the future cause of conflicts.*"), l'enjeu global de la QSVE est énoncé, mais la vivacité de la question ne semble pas avoir été perçue au-delà du cas australien et aucune stratégie n'est élaborée par le groupe.

E1M (annexe n° 36, 946 mots sans les références)

Ce wiki a été produit par deux étudiants australiens en sciences de l'environnement. Il est beaucoup plus centré que celui du groupe E1T sur la controverse locale et met en avant les incertitudes et risques.

Le RSSD se développe dans le seul contexte local. Les solutions alternatives et les moyens de les mettre en œuvre sont explorés. Alors que les français (E1T) ne sont pas entrés dans les rubriques proposées pour le wiki, E1M-3 s'est attaché à montrer les points de vue des acteurs concernés, et E1M-1 a dressé une liste d'autres solutions pouvant être mises en œuvre localement comme l'utilisation de *rainwater tanks*. Cette approche située les a conduit à aborder davantage les valeurs engagées ("*People need to begin to look after the environment and our precious commodities such as water*"), ainsi que la responsabilité de chacun ("*understand the lack of water, treat it as a treasure, and make choices on how it is allocated, managed and used [...] Perhaps the biggest action to be taken is for people to lower their water usage*"). Il en ressort une proposition de stratégie gouvernementale d'incitation à la mise en place de récupérateurs de pluies et un jeu de bonus et malus sur les factures d'eau, sans pourtant que les limites de cette stratégie et la participation des citoyens au processus décisionnel ne soient discutées.

E2La (annexe n° 37, 2125 mots sans les références)

A l'instar des groupes V2La et V2Lb, les groupes E2La et E2Lb d'étudiants lyonnais en SVT ont utilisé un outil numérique dont les rubriques du wiki étaient configurées à l'avance, ce qui leur a imposé de répondre aux cinq questions : Pourquoi cette question environnementale est-elle controversée ? Que nous apprennent les acteurs concernés ? Dans une recherche de l'intérêt collectif, quelles sont les actions possibles ? Quelles sont celles que votre groupe retient ? Pourquoi et à quelle(s) condition(s) ? Quels sont les points de discussion dans votre groupe à propos de ces actions ?

Les étudiants présentent la controverse comme portant sur le coût de l'eau dessalée et ses risques pour la santé. Après avoir décrit l'émergence du problème en Australie à partir de recherches documentaires, le texte présente les avis des opposants au projet gouvernemental

puis suggère différentes techniques de gestion des eaux telles que le *re-use*¹⁵⁸ et le *dew system*¹⁵⁹.

La consultation des sites web indiqués dans la bibliographie nous a révélé de nombreux « copier/coller » dans la construction du wiki, ce qui met en doute l'authenticité de l'argumentation ce groupe. Ainsi, par exemple plus de la moitié du deuxième paragraphe vient d'un blog¹⁶⁰, tandis que le paragraphe présentant le « *re-use* » est intégralement tiré du blog du Monde Diplomatique¹⁶¹. La seule part qui puisse être attribuée avec certitude au groupe est la mise en cohérence de l'ensemble des emprunts. Elle est d'ordre technique, les arguments étant organisés en faveur de la généralisation d'utilisation d'eaux recyclées et non dans l'exploration de la controverse présentée.

E2Lb (annexe n° 38, 1138 mots sans les références)

Ces étudiants lyonnais en SVT présentent en premier lieu dans leur wiki les avantages et inconvénients du dessalement qu'ils choisissent de considérer : l'efficacité de la méthode, son coût, ses impacts écologiques et les dangers pour la santé. La contestation militante du discours officiel est ensuite résumée, les deux seules pistes de solutions envisagées sont celle du gouvernement (l'usine de Whontaggi) et celle présentée dans le dossier documentaire : les réservoirs d'eaux pluviales. Les étudiants ne prennent pas vraiment position, et n'envisagent comme déterminant du choix que la situation géographique (espace littoral ou pas, aride ou pas).

E4L (annexe n° 39, 1207 mots, pas de références indiquées)

Ce groupe d'étudiants lyonnais en SVT considère la situation australienne globalement sans zoomer sur la région Sud-Est où se trouve Melbourne mais en considérant le continent entier, et sans considérer les pluies qui ont suivi la date de constitution du dossier documentaire qui leur a été fourni. Leur wiki présente des alternatives technologiques au dessalement en prenant en compte essentiellement les effets écologiques négatifs de ce procédé (rejet de saumure et impact sur la biodiversité marine, émission de GES lors de la construction et du fonctionnement, pompage d'eau de mer). Le seul élément non écologique considéré est l'augmentation du prix de l'eau distribuée, aucun des avantages de la mise en

¹⁵⁸ *Re-use* est le nom donné à la réutilisation des eaux usées traitées.

¹⁵⁹ *Dew-system* est un dispositif de récupération d'eaux par condensation.

¹⁶⁰ Disponible sur <http://fr.scribd.com/doc/31397293/Australie-et-penurie-d-eau-maxim-et-david>

¹⁶¹ Disponible sur <http://blog.mondediplo.net/2007-06-11-Crise-de-l-eau-le-laboratoire-australien-2#Un-laboratoire-pour-la>

place locale du dessalement n'est cité. Leur investigation est peu contextualisée et aurait finalement été la même pour un projet de dessalement ailleurs. La possibilité de récupération d'eau de pluie est discutée (approvisionnement des aquifères, pluviométrie basse) et la piste de récupération de l'eau de brume est suggérée. La nécessité de réduire la consommation est soulignée (toilettes sèches, *mousseurs d'eau*, arrosage goutte à goutte). Des aménagements au processus de dessalement, à partir d'eaux moins salées, avec des énergies renouvelables, sont proposés. Les étudiants pourtant biologistes et géologues n'explorent que peu les aspects scientifiques de cette QSVE : ils n'ont pas mené de recherche sur les réseaux hydrographiques, la capacité des barrages ou les caractéristiques des bassins versants approvisionnant les aquifères de la région de Melbourne ; ils n'ont pas non plus approfondi leur recherche sur les effets de l'usine sur la biodiversité marine, ni les courants marins qui pourraient potentiellement disperser les saumures rejetées.

E4M (annexe n° 40, 2644 mots sans les références)

Ces étudiants australiens en sciences de l'environnement ont visiblement distribué en sous-groupes le travail de réalisation de ce premier wiki. En atteste la présentation des références en 4 fois, à la fin d'ensembles thématiques distincts. Le premier ensemble est constitué de *Background* et *the ecology & the environment*. Le deuxième ensemble est *advantages of desalination* et *conclusion*, le troisième : *economy*, *effect on the community*, *Australia vs global perspective*, un dernier ensemble est intitulé *counter-argument*. La cohérence de l'ensemble réside toutefois dans la convergence des arguments avancés en faveur de la mise en place de l'usine : le sérieux et l'indépendance de l'étude d'impacts écologiques, économiques et sociaux, le strict respect de la législation de l'Etat, la généralisation de cette technique dans de nombreux pays, la rareté des pluies et la nécessité de constituer une réserve locale pour la sécurité hydrique, l'utilisation des technologies les plus modernes pour limiter les effets environnementaux, les infrastructures et aménagements dont bénéficiera la communauté, la relance de la croissance économique de la région. Les inconvénients ne sont présentés que dans une dernière partie ne représentant que 15% de l'ensemble (374 mots). Le wiki souligne tout de même les points de vue controversés (la protection du patrimoine naturel et culturel du littoral, les incertitudes sur les coûts à prendre en charge par les consommateurs et les apports pour le développement économique). L'ensemble, bien que peu organisé, est richement documenté et cite de nombreuses références.

E5L (annexe n° 41, 2752 mots sans les références)

Le premier wiki de ce groupe d'étudiants Lyonnais en SVT témoigne, comme celui du groupe E4L, d'une approche générale de la QSVE des besoins d'eau dans le cadre de la croissance démographique globale, et non des spécificités du cas de Melbourne. Après avoir présenté le dessalement comme le moyen d'affronter la vulnérabilité hydrique, et rapporté les évolutions techniques du procédé, le groupe identifie trois menaces : la perturbation des écosystèmes littoraux liée aux rejets de saumures, l'émission de GES due à l'utilisation d'énergies non-renouvelables, le coût financier d'une telle implantation. Une liste de « *solutions alternatives ou complémentaires* » est alors dressée. Parmi les mesures complémentaires on trouve des préconisations de gestes éco-citoyens (« *l'utilisation de mousseurs aux robinets et douchettes pour économiser l'eau, la surveillance des fuites domestiques, la récupération de l'eau de pluie, l'utilisation de toilettes sèches à compost...* ») mais aussi des mesures de sensibilisation et de coercition pour la réalisation d'économies d'eau domestiques et agricoles ainsi que des plannings familiaux pour réduire la croissance démographique. Les alternatives au dessalement proposées font appel à des technologies innovantes et visent le remorquage d'icebergs, le captage des eaux sous-marines, et la récupération de rosée. Chaque participant termine ce wiki en indiquant un point de vue personnel sans qu'une conclusion collective soit construite.

E5M (annexe n° 42, 3408 mots sans les références)

Ce wiki, produit par des étudiants australiens en sciences de l'environnement s'appuie sur l'historique de cette QSVE dans la région, en rappelant l'alternance des épisodes de panique lors des sécheresses avec les périodes moins sèches où les préoccupations environnementales reviennent au cœur des débats. Le processus d'osmose inverse et l'évolution technique de ce procédé sont présentés, en insistant sur les progrès technologiques dont l'homme est capable. L'ensemble du texte est une démonstration arrivant à la conclusion que l'usine de Wonthaggi est la plus écologique qu'il soit possible de faire, d'autant plus que son coût écologique est compensé par l'installation d'autres sources d'énergies renouvelables et que de nombreux audits environnementaux ont été et sont effectués. La question n'est traitée que dans son contexte australien, mais en examinant soigneusement les interactions entre les écosystèmes et les socio-systèmes. Beaucoup de références au vécu des populations locales sont rappelées, en particulier à propos des restrictions de l'usage d'eau lors des sécheresses et des débats lors de l'émergence de l'idée d'une telle usine au sujet de son emplacement et de son coût. L'importance politique de la prise de décision qui a été

arrêtée en période électorale est également soulignée. Les aspects scientifiques tels que l'effet du relargage de saumures sur l'écosystème océanique fluvial en prenant en compte les courants littoraux et estuariens sont approfondis et les affirmations ne se limitent pas à des citations de références, mais expliquent avec précision les mécanismes *“Chemical dosing to control quality of water is another way to minimise the impacts desalination plants have on the environment. Chemical dosing systems treat incoming seawater to remove marine microbial growth prior to pre-treatment. The desalination process is designed as a controlled system which prevents the backflow of chemical dosing from entering the marine environment.”* La question de l'émission des gaz à effet de serre est également traitée en détail. Le wiki se termine sur la question *“but are there alternatives ?”* en rappelant les incitations de l'Etat de Victoria à réduire la consommation d'eau et les efforts du gouvernement fédéral pour promouvoir les récupérateurs de pluies, mais en insistant sur la demande sociale d'habitants ayant subi des restrictions rigoureuses à réduire leur dépendance à la pluviométrie.

Les pistes d'actions explorées dans ces huit wikis :

Il n'a pas été aisé aux différents groupes de proposer des alternatives au dessalement de l'eau de mer, qui est globalement considéré comme un mal nécessaire. La récupération d'eaux de pluies est envisagée et plus ou moins discutée par tous, mais sans emporter beaucoup d'adhésion du fait de l'irrégularité et de la rareté des précipitations. Pour les groupes E4M et E5M, la stratégie du dessalement d'eaux de mer s'impose au vu du contexte climatique local et des avantages qu'elle procure, l'important étant de la mettre en œuvre dans les conditions les plus respectueuses des écosystèmes. Cette préoccupation est partagée par tous les groupes qui s'intéressent en particulier à l'approvisionnement énergétique de l'usine. Le groupe E1T n'a pas pris position pour une stratégie clairement indiquée, le groupe E2Lb non plus. Les groupes E2La, E4L et E5L, qui envisagent cette QSVE sous un angle plus global que local, proposent des innovations technologiques (dew-system, récupération de rosée, de brume, dessalement d'eaux saumâtres, captage de sources sous-marines, remorquage d'icebergs) mais sans grandes convictions quant à leur faisabilité. La piste de régulation des naissances à grande échelle afin de faire face à la finitude des ressources n'est envisagée que dans le groupe E5L, dans lequel les positions divergent. En revanche, comme avec la QSVE de la viande, la visée de modération des consommations est assez consensuelle. Les moyens de la favoriser ne sont pas approfondis par tous mais E1M, E4L et E5L proposent des mesures d'incitations individuelles et de restrictions collectives.

VI.1.3 Cas des marées vertes

Cette QSVE a été soumise à six groupes (cf. tableaux V.1 et V.2).

A1T (annexe n°43, 1112 mots, pas de bibliographie)

Ce wiki écrit par des étudiants de plusieurs disciplines de l'ENFA de Toulouse a été réalisé comme ceux des groupes V1T et A1T dans le cadre de l'enseignement d'anglais. A plusieurs reprises, c'est la première personne du singulier qui est utilisée dans ce wiki 1. Il s'agit d'une synthèse effectuée par un des étudiants du groupe après le travail collectif, au cours duquel la collaboration a été compliquée par les difficultés d'utilisation de la plateforme numérique.

La dimension affective de cette QSVE est soulignée dans ce wiki, d'une part dans l'introduction qui met en scène un témoignage imaginaire de breton nostalgique des plages de son enfance, d'autre part avec des images de campagnes médiatiques organisées par des associations écologistes. Le texte pose le problème de la responsabilité des agriculteurs (épandage de fumier et d'engrais) dans le phénomène et présente la controverse entre écologistes et agriculteurs en reformulant le dossier documentaire et en insistant sur les divergences de valeurs, les intérêts et lobby en jeu. La recherche d'actions possibles repose sur un commentaire des principes du dernier plan gouvernemental et ne propose pas d'éléments concrets. La solution retenue, qui ne donne pas d'indications sur les aspects agronomiques ou les moyens de mise en œuvre, est celle d'une éducation des agriculteurs pour un changement de modèle rejetant le productivisme.

A1M (annexe n° 44, 214 mots, pas de bibliographie)

Ce très court wiki est le fait d'une seule contribution d'une étudiante australienne en sciences de l'environnement. Il ne constitue pas une synthèse mais apporte des informations à la manière des contributions auxquelles on aurait pu s'attendre dans un forum. L'auteure (A1M-1) précise d'ailleurs dans le forum international qu'elle a participé à une campagne d'éducation d'agriculteurs d'une région australienne où le problème des marées vertes se posait (*"I have had a lot of first hand experience here in australia with the problems of algal blooms and have witness the mass fish kills etc.[...] I choose the alge one beacue i have ovrked on a project here to help educate our farmers!"*).

Le texte rend compte en quelques lignes de ce cas australien en insistant sur l'utilisation excessive de fertilisants azotés, la seule explication au phénomène envisagée étant le manque d'information des agriculteurs. Ce wiki précise que l'action à envisager doit être

collective et impliquer les acteurs locaux, mais aucun lien et aucune comparaison avec la situation de la Bretagne ne sont effectués.

A2La (annexe n° 45, 1623 mots sans les références)

Tout comme les autres groupes d'étudiants lyonnais en SVT de la série 2 (V2La, V2Lb, E2La et E2Lb), les groupes A2La et A2Lb se sont vu imposés les six rubriques de leur wikis.

Le problème des marées vertes bretonnes est présenté comme dans le dossier documentaire en considérant les positions des écologistes, des agriculteurs et des professionnels du tourisme, ainsi que la difficulté à élaborer une stratégie faisant consensus. La critique du plan gouvernemental par les militants écologistes est explicitée (« *Un des principal reproche au gouvernement est le fait qu'il se contente d'effectuer le ramassage des algues, une solution à court terme qui se contente de masquer le véritable problème.* »), ainsi que les arguments des agriculteurs à propos de leurs efforts financiers et techniques pour réduire leurs effluents de nitrates. La liste d'actions possibles présentée par le groupe est tirée des sites web indiqués dans la bibliographie et du plan d'action gouvernemental sans propositions nouvelles mais avec un essai d'organisation entre les actions préventives et curatives connues. Dans le catalogue ainsi dressé, les étudiants retiennent des mesures à court terme (ramassage et compostage des algues) et insistent sur l'importance de développer les recherches permettant d'éviter les proliférations. Ce n'est donc pas une action politique remettant en question le modèle agricole qui est privilégiée, la solution étant attendue des progrès technoscientifiques. Selon cette logique et bien que les préoccupations des différentes parties prenantes aient été repérées, la question de leur participation à la recherche de solutions n'est pas abordée.

A2Lb (annexe n° 46, 1043 mots sans les références)

Ce wiki explique pourquoi la question environnementale est controversée, non pas en éclairant les intérêts des différentes parties prenantes, mais en recherchant les causes de l'actuelle situation bretonne dans la période après-guerre. Une telle approche historique permet à ce groupe d'étudiants lyonnais en SVT de présenter les principaux acteurs impliqués et les différentes facettes de la controverse. D'après ce groupe, la controverse est liée aux limites des connaissances scientifiques permettant d'établir les responsabilités : « *La controverse actuelle se base sur l'impossibilité de mesurer l'impact des productions de nitrates dans la prolifération des algues et dans la difficulté à établir la part de responsabilité*

de chaque producteur de nitrate dans cette pollution ». Le wiki dresse la liste des actions prévues par le plan gouvernemental. Ces solutions sont toutes retenues par le groupe, et classées dans l'ordre de leurs effets attendus (protection et information des individus, étude détaillée des bassins versants et cartographie des zones atteintes, valorisation des algues, réduction des pollutions industrielles, domestiques et agricoles par le contrôle des effluents, évolution vers un modèle d'agriculture biologique soutenu financièrement et par le progrès biotechnologique permettant de réutiliser le lisier de porc). Les étudiants insistent sur la nécessité de changer de modèle de production agricole : « *privilégier une agriculture beaucoup plus respectueuse de l'environnement, ce qui va à l'encontre de la production intensive mise en place depuis tant d'années.* » mais sans envisager dans leur RSSD d'autres moyens que le recours au pouvoir de l'Etat dans sa capacité à financer, contrôler et sanctionner.

A3Ta (annexe n° 47, 2670 mots sans les références)

Ce long wiki a été rédigé comme ceux des autres groupes pluridisciplinaires d'étudiants de l'ENFA de la série 3 (V3Ta, V3Tb et A3Tb), sur une plateforme numérique dans laquelle les rubriques n'étaient pas fixées à l'avance. Ils ont pourtant respecté globalement l'architecture commune, leur texte étant structuré en trois parties : Etat des lieux de la question, les acteurs, les réponses possibles. Le wiki 1 final contient des remarques de contributeurs, que l'on qu'on aurait pu attendre dans le forum (par exemple « *SVP un peu d'aide pour cette partie sur la biologie végétale !!* »), qui n'ont pas été éliminées de la dernière version.

Le texte débute par une présentation de données factuelles montrant que le phénomène lié à l'intensification de l'agriculture en particulier en Bretagne n'est pas nouveau mais que l'ampleur croissante des conséquences écologiques entraîne la médiatisation de la controverse. Viennent ensuite des explications détaillées et documentées des mécanismes d'eutrophisation et des risques liés aux proliférations d'algues, puis les différentes prises de positions et les discours divergents des parties prenantes sont soigneusement rapportés et examinés dans une approche de la QSVE dans toute sa complexité. Si la complexité de cette QSVE est bien appréhendée par ces étudiants, ils sont par ailleurs réticents à accepter les incertitudes scientifiques : « *On peut regretter le manque de prise de position claire qui laisse peser les incertitudes et permet ainsi d'entretenir la polémique et de ralentir la mise en place des actions contre la prolifération des algues vertes.* ». Leur argumentation est toutefois développée et les multiples stratégies proposées (« *Limiter l'épandage de lisier et favoriser la*

revente de ce fertilisant dans d'autre région agricole et éviter ainsi l'utilisation d'intrants chimiques, favoriser l'élevage extensif et les herbages [...] utiliser moins de produit azoté dans le quotidien, diminuer les rejets qui aboutissent dans les stations d'épuration, et surtout réduire la consommation de viande dans notre alimentation [...] Construire des usines de traitement des algues échouées pour en faire du biogaz déshydrater les algues pour les mettre dans du papier carton ou en faire du papier valorisation des algues » etc.) sont examinées sous l'angle des argumentations divergentes, ce qui conduit le groupe à analyser en détail les interactions dans les socio-écosystèmes. La position du groupe est claire, il leur paraît prioritaire de « *prendre des mesures de déconcentration de la production de porc et de volaille en Bretagne vers d'autres régions* ».

A3Tb (annexe n° 48, 2203 mots sans les références)

Ce groupe d'étudiants de l'ENFA commence son wiki en définissant le problème des marées comme une QSV. Le wiki présenté reflète davantage une étape dans la réflexion du groupe qu'un texte abouti. Les diverses contributions ne sont pas organisées en un ensemble construit selon une structure claire. Une multitude de pistes sont ouvertes en désordre, mais une organisation semble s'ébaucher, depuis l'état de la controverse actuelle vers les solutions envisageables. Une discussion récurrente sur la responsabilité des agriculteurs balise ce texte (« *Qu'est ce qui fait que les agriculteurs se sont tournés vers l'intensif ? Il s'agit belle et bien de la demande et du profit.* » « *Il est aujourd'hui nécessaire de revoir les pratiques agricoles de manière générale. Si l'agriculture intensive est responsable de cette « pollution verte », ce n'est pas pour autant les agriculteurs responsables.* » « *Ce triste constat positionne souvent les agriculteurs comme les principaux fautifs même si ces derniers ne font que subir les effets secondaires du système vers lequel ils ont été guidés.* »). Il ressort également un regret devant le manque de certitudes scientifiques (« *il faudrait aussi que les données scientifiques sur le problèmes soient plus clair à défaut de trouver des responsables il faut aujourd'hui trouver des solutions applicables sont mettre en péril la compétitivité de l'agriculture bretonne.* »). Parmi les stratégies envisagées, le ramassage et la valorisation des algues sont discutés (« *Si, la méthanisation paraissait être une bonne piste elle ne résoud pas le problème des nitrates* », « *La mise en place d'actions destinées à ramasser les algues n'est pas une solution en soit car cela reste coûteux et cela ne résout pas le fond du problème.* »). Le groupe n'a toutefois pas négocié de réponse commune.

Les pistes d'actions explorées dans ces six wikis :

Cette controverse est sans doute la plus vive des trois cas proposés ; elle est aussi la plus ancienne et celle pour laquelle le plus de solutions a déjà été imaginé. Les groupes ont donc globalement relaté et discuté le bien-fondé et la pertinence de ces propositions, en particulier celles du dernier plan gouvernemental. Tous considèrent la nécessité d'envisager des mesures à plus long terme que le ramassage et la valorisation des algues, en traitant la cause du problème et non ses seules conséquences. La QSV est appréhendée en tant que problème local. Différentes positions sont exprimées : les groupes A1T et A1M donnent comme prioritaire l'éducation des agriculteurs bretons responsables de la pollution par les nitrates, tandis que les autres groupes insistent sur le rôle de l'Etat. Les groupes A2Lb et A3Ta mettent en avant la nécessité de dépasser le modèle productiviste, alors que les groupes A2La et A3Tb misent davantage sur l'innovation technoscientifique pour résoudre le problème environnemental en maintenant l'activité de ce secteur important pour l'économie régionale.

VI.2 Approfondissements des RSSD produits

Pour saisir dans quelle mesure la construction collaborative de ces wikis permet un approfondissement des RSSD, nous examinerons les mises en relations d'arguments ayant conduit aux choix d'actions retenus par les groupes, mais également les éléments retenus par les groupes pour expliquer comment la controverse s'est mise en place. Il s'agit bien en effet dans les raisonnements présentés de déterminer « comment en sommes-nous arrivés là ? » afin de choisir « comment le problème peut-il être traité ? » Rappelons ici que les groupes ont élaboré ces premiers wikis en sachant qu'ils auraient la possibilité de les modifier et de les compléter, ceci pouvant expliquer la nature non aboutie de certains, dans lesquels la structuration n'est pas achevée (E4M, A1M, A3Tb), ou les conclusions non rédigées (V1M, E1T, E4L, A1T). Ces textes n'en constituent pas moins un état négocié du raisonnement que les groupes ont choisi de communiquer, c'est pourquoi nous les soumettons en tant que production collective à l'analyse avec notre grille. (Les codages sont indiqués dans la colonne de droite des annexes 25 à 48, ces résultats par QSVE et dans l'ordre chronologique des sessions sont récapitulés dans le tableau VI.1)

Tableau VI-1 : Codages des wikis 1

Les lettres P, I, K, U, V et G correspondent aux six dimensions du RSSD (problématisation, interactions, savoirs, incertitudes, valeurs et gouvernance) dont nous avons retenu les initiales en anglais afin d'éviter la confusion entre Interactions et incertitudes (Uncertainties). La dernière ligne du tableau indique la somme des codages pour chaque groupe.

	V										E								A					
	V1T	V1M	V2La	V2Lb	V3Ta	V3Tb	V4L	V4M	V5L	V5M	E1T	E1M	E2La	E2Lb	E4L	E4M	E5L	E5M	A1T	A1M	A2La	A2Lb	A3Ta	A3Tb
P	3	3	2	3	3	2	3	3	2	4	2	3	3	3	1	3	3	3	4	1	3	3	4	4
I	3	4	3	3	4	3	2	3	2	4	3	2	4	2	3	4	3	4	2	2	3	4	4	4
K	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	4	3
U	2	3	3	2	3	3	2	3	3	4	2	3	3	3	1	4	2	4	2	1	3	3	2	2
V	2	2	3	3	3	3	1	2	1	3	2	3	1	2	2	4	2	3	2	1	2	3	3	4
G	3	2	2	4	3	3	2	3	3	3	2	2	2	1	2	2	3	3	3	3	2	2	3	3
Σ	16	18	16	18	20	17	13	17	14	21	13	16	16	14	11	20	16	20	15	11	16	18	20	20

VI.2.1 Analyse des niveaux d'approfondissements toutes dimensions confondues

Ce tableau permet de débiter notre analyse avec une approche globale des niveaux d'approfondissement observés. Une telle approche sera précisée avec l'analyse des différentes dimensions de RSSD.

La somme des codages des six dimensions des RSSD procure pour chaque groupe un « score » qui peut être compris entre six (si toutes les dimensions sont approfondies seulement au niveau 1) et vingt-quatre (si chacune des six dimensions est approfondie au niveau 4). Nous observons que dix-huit des vingt-quatre groupes arrivent à un score compris entre douze et dix-huit, ce qui montre que le troisième niveau d'approfondissement est fréquemment atteint. De fait, la moitié des codages toutes dimensions confondues est le niveau 3 (cf. figure VI.1).

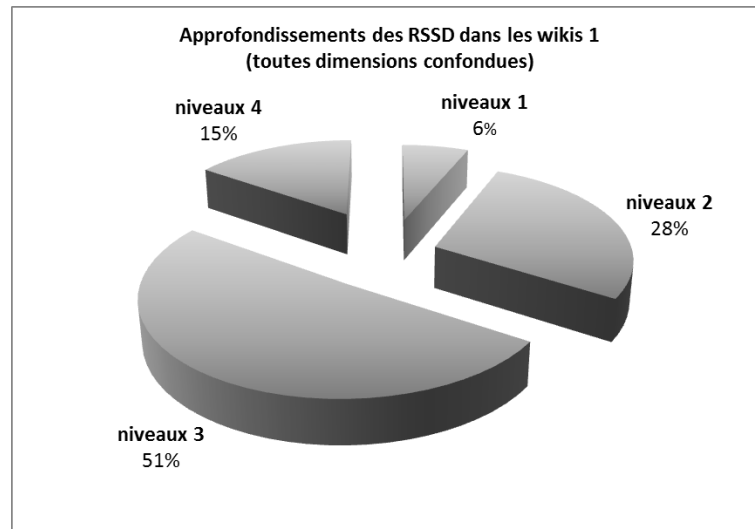


Figure VI-1 : Répartition des codages de RSSD dans les wikis 1 toutes dimensions confondues

Nous n'avons pas demandé aux étudiants de rédiger individuellement un premier texte pour traiter les QSVE ici étudiées, car nous avons choisi d'analyser les RSSD en tant qu'élaborations collectives. Toutefois, nous avons dans une étude préliminaire (Morin & Simonneaux, 2011 *ibid.*) utilisé une grille comparable pour analyser dix-huit RSSD individuels d'étudiants lyonnais en quatrième année universitaire de différentes filières, avant la mise en débat entre eux d'une QSVE¹⁶². Les étudiants disposaient du même temps de réflexion que dans la présente étude (une semaine pour étudier le dossier de presse, construit de façon comparable à ceux utilisés ici). Nous avons alors observé (figure VI.2) des bas niveaux d'approfondissement, ce qui nous avait permis de préciser les caractéristiques des premiers niveaux de la grille.

¹⁶² Cette QSVE est liée à l'utilisation des pesticides en agriculture dans le cadre de l'application du plan Écophyto 2018. Il s'agit des réactions citoyennes durant l'été 2009 à l'épandage aérien de Deltaméthrine à forte dose dans des cultures de la région lyonnaise contaminées par un ravageur des cultures, la chrysomèle des racines du maïs.

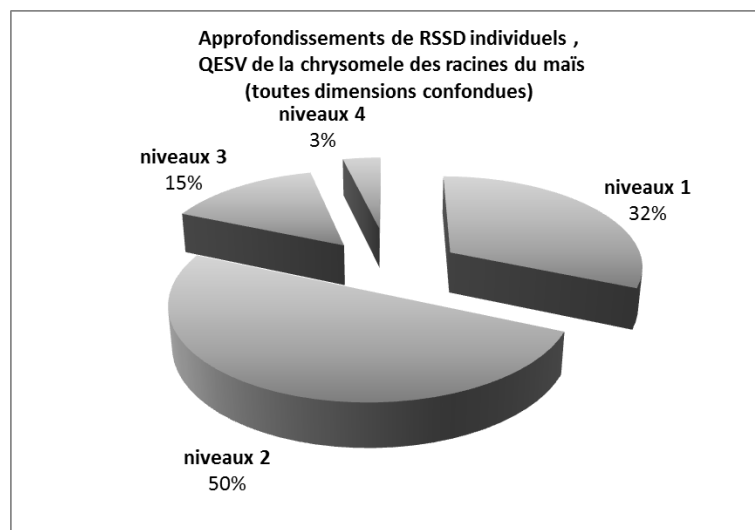


Figure VI-2 : Répartition des codages des RSSD dans les écrits individuels de 18 étudiants à propos du traitement phytosanitaire contre la chrysomèle des racines du maïs AVANT la mise en débat de la QSVE

Lors de cette étude préliminaire, nous avons demandé aux étudiants de réécrire leur réponse à la question « D’après vous que faudrait-il faire, pourquoi et à quelle condition ? », après des débats collectifs de quelques dizaines de minutes. Ceci nous a permis de constater l’intérêt du débat pour enrichir les RSSD individuels (figure VI.3).

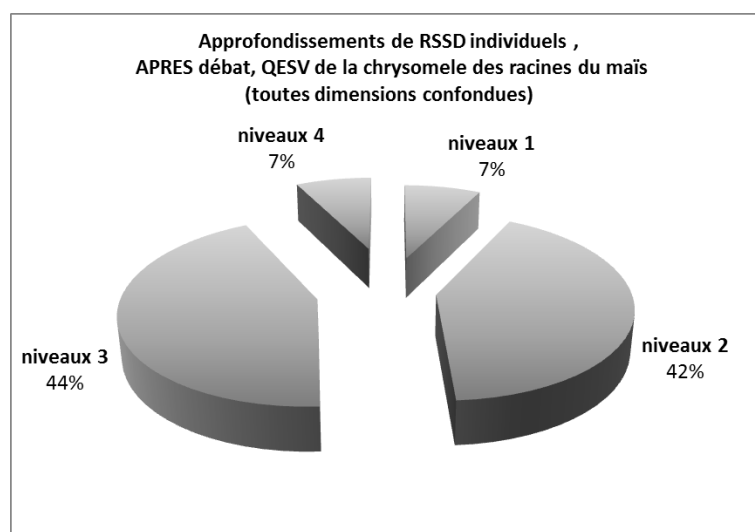


Figure VI-3 : Répartition des codages des RSSD dans les écrits individuels de 18 étudiants à propos du traitement phytosanitaire contre la chrysomèle des racines du maïs APRES la mise en débat de la QSVE

Nous ne souhaitons pas aller trop loin dans l’interprétation à apporter à la comparaison de ces études, dans la mesure où elles n’ont été conduites ni avec les mêmes étudiants, ni avec des protocoles identiques, ni à propos des mêmes QSVE ; il apparaît toutefois que le traitement collectif des QSVE dans les espaces numériques a permis de développer des RSSD

dont le niveau d'approfondissement est plus élevé que lorsqu'ils sont menés individuellement, avec un effet comparable à celui de la confrontation d'arguments dans un débat.

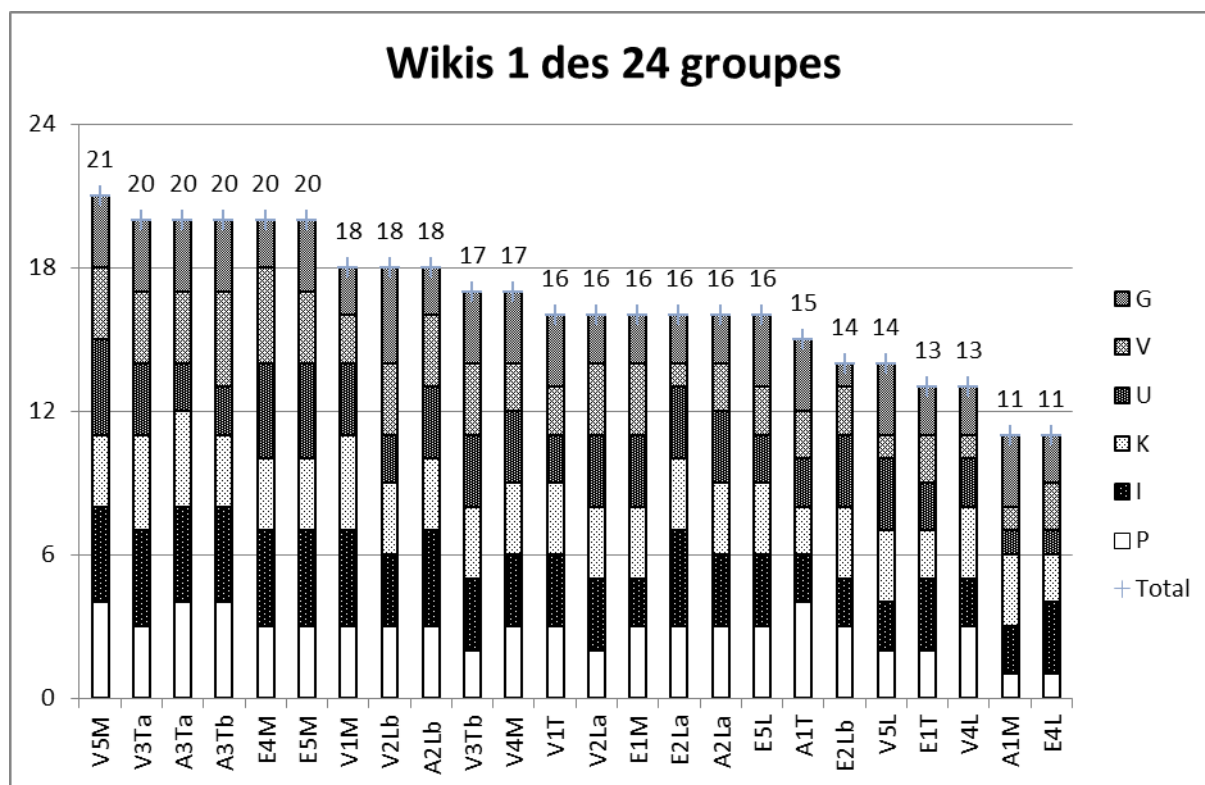


Figure VI-4 : Comparaison des RSSD développés dans les wikis 1 des 24 groupes, classés dans l'ordre décroissant de la somme des codages

La comparaison des codages totaux des différents groupes (figure VI.4) permet de constater que les approfondissements les plus avancés ont été effectués avec les trois QSVE sans qu'une d'elle ne soit plus favorable (consommation de viande avec V5M et V3Tb, marées vertes avec A3Ta et A3Tb, dessalement d'eau de mer avec E4M et E5M). Les approfondissements les moins poussés sont aussi observés avec les trois QSVE.

La qualité des RSSD ne paraît donc en première analyse pas dépendante de la nature globale ou contextualisée des QSVE. Nous verrons tout de même une influence de la proximité des contextes sur certaines dimensions des raisonnements (cf. VI.2.3).

VI.2.2 Analyses des niveaux d'approfondissement dans les différentes dimensions du RSSD

➤ Interactions

C'est la dimension I qui a été la plus approfondie par le plus grand nombre de groupes (neuf atteignent le niveau I4, cf. figure VI.5)

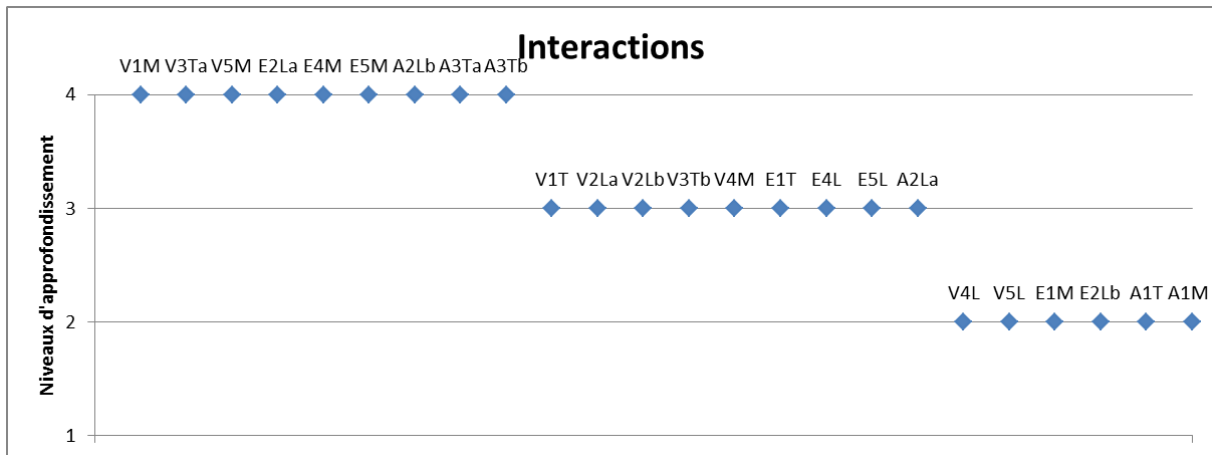


Figure VI-5 : Approfondissement de la dimension Interactions (I) dans les wikis 1

Le niveau I2, qui correspond à l'identification des éléments en jeu, des causes et conséquences à différentes échelles au-delà des généralités ou du contexte familial, proche et quotidien, est souvent atteint lorsque les groupes présentent l'émergence de la situation-problème.

Extrait codé I2 (groupe V5L, annexe 33)

conséquence environnementale de la culture intensive de soja : en dépit de tous les avantages de la consommation de soja, on peut se demander si sa culture intensive ne peut pas avoir de forts impacts sur l'environnement. Tel que la déforestation pour augmenter la surface de culture, la pollution des nappes phréatiques et des écosystèmes par l'ajout d'engrais etc...

C'est plutôt dans la recherche d'actions possibles et dans la réponse à la question « Que nous apprennent les acteurs concernés ? » que les interactions (c'est-à-dire la convergence de plusieurs causes aboutissant à une même conséquence, ou encore les effets rétroactifs d'une action sur sa/ses causes) sont analysés. Ces interactions peuvent être envisagées dans les sous-systèmes sociaux ou écologiques séparément, ce qui correspond au niveau I3, ou dans les socio-écosystèmes ce qui correspond au niveau I4.

Extrait codé I3 concernant les socio-systèmes (groupe V2Lb, annexe 28) :

Cependant, la mise en place de ces palliatifs va entraîner une perte d'emploi des personnes dans l'industrie de la viande, qui devrait être prioritaires pour être employés dans les industries des palliatifs. De plus, la mise en place de cette industrie va prendre du temps, il faut donc la mettre en place le plus tôt possible, car c'est en 2050 que la population sera à 9 milliards [...] En plus de ne pouvoir subvenir à tous les apports de la viandes rouges, la plupart des palliatifs ne peuvent pas être mis en place dans les pays en voie de développement, pose des problèmes environnementaux

au niveau de la production et du transports, ne sont pas encore au point pour être utiliser ou tout du moins à grande échelle. La diminution de la consommation carnée (mais pas son arrêt total) ainsi que la diversification de la source protéique semble ainsi le seul moyen applicable.

Extrait codé I3 concernant les écosystèmes (groupe V2la, annexe 27) :

Le poisson est également une source de protéine, mais les espèces deviennent de plus en plus menacées suite aux pêches intensives et l'élevage des poissons aboutiraient aux mêmes problèmes que l'élevage bovin par exemple.

Il peut arriver que de tels extraits codés I3 se complètent dans les wikis ; nous avons estimé que le niveau I4 est atteint lorsque les articulations entre les sous-systèmes sont explicites.

Extrait codé I4 (groupe V3Ta, annexe 29)

Une solution pour allier consommation de viande et environnement serait la production selon un mode biologique. L'alimentation du bétail serait réalisée sans pesticides et le bien-être des animaux serait assuré. [...] D'ailleurs ce type de production entraîne des conséquences très néfastes sur l'environnement. L'un des exemples les plus marquants est le phénomène des algues vertes en Bretagne dû à une production massive de porcs sur un petit territoire. Mais il apparaît utopique de nourrir le monde entier avec des produits bio, puisque lorsque les paysans se convertissent au bio, le rendement céréalier chute de 30% à 40%. Cependant, on peut penser qu'une agriculture biologique très répandue serait utopique seulement dans la mesure où l'on se base sur l'agriculture et les consommations actuelles. C'est-à-dire que si la population mondiale se contentait d'une consommation de viande très modérée, une grande partie des surfaces agricoles allouées à l'alimentation du bétail serait à nouveau disponible pour cultiver d'autres sources de protéines pour les humains. [...] Depuis plusieurs années, en France et en Europe, de nombreuses actions sont mises en place pour produire autant avec moins de pesticides, en un mot : moins d'intrants. Ainsi, depuis 20 ans, les éleveurs revalorisent leurs fumiers et lisiers comme engrais de ferme pour fertiliser leurs cultures et leurs prairies. Ils n'ont alors plus besoin d'acheter des engrais chimiques et peuvent économiser de l'énergie.

➤ Problématisation :

Pour l'essentiel des groupes, les wikis 1 montrent une problématisation considérant les trois volets (environnemental, économique et social) des QSVE en variant les perspectives (niveau P3).

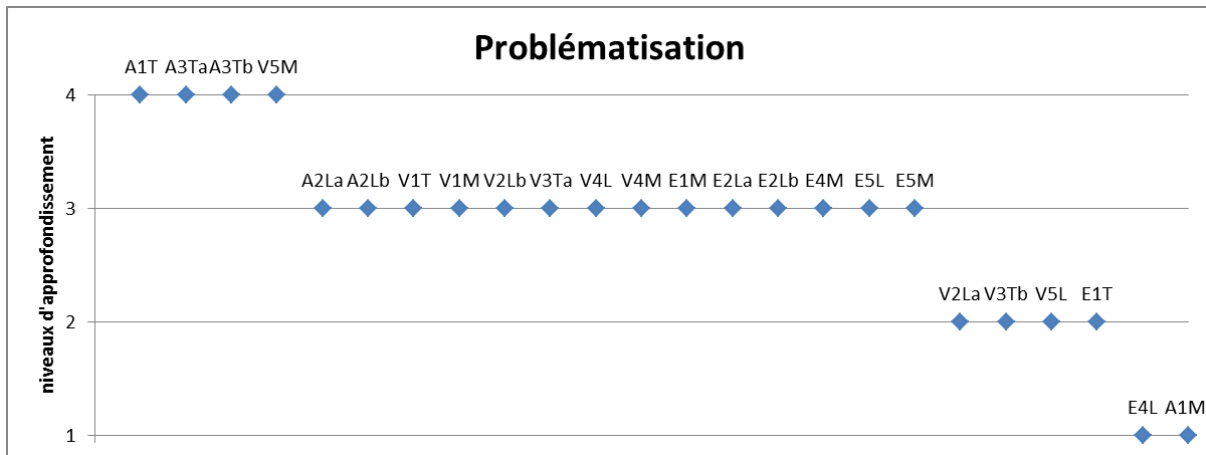


Figure VI-6 : Approfondissement de la dimension problématisation (P) dans les wikis 1

L'exemple ci-dessous est un des rares où seul le volet environnemental du problème est envisagé :

Extrait codé P1 (groupe E4L, annexe 39)

De par ce travail collectif, nous allons tenter de mettre en évidence quelles sont les inconvénients du dessalage de l'eau de mer et comment peut on remédier à ce problème d'eau potable via des solutions autres.

La différence entre les niveaux P2 et P3 correspond à la prise en compte de plusieurs perspectives dans des RSSD envisageant les trois volets. Ces changements de perspectives sont effectués au fil du texte, ce qui conduirait à citer des exemples trop longs pour être reportés ici, mais qui peuvent être facilement trouvés dans les annexes 25 à 48 en consultant les codages de la colonne de droite (par exemple dans l'annexe 28).

Nous observons que la prise en compte du volet social des QSVE permet l'approfondissement des RSSD, c'est principalement elle qui permet le passage du niveau P2 au niveau P3 qui correspond à multiplier les perspectives de la problématisation.

Le niveau P4 est atteint lorsque les groupes explicitent en outre les intérêts divergents des parties prenantes, cela a été observé dans les wikis 1 de quatre groupes, dont trois à propos des marées vertes, QSVE dont nous avons souligné la vivacité.

Extrait codé P4 (groupe A1T, annexe 43) :

Last month at the Agricultural Show in Paris, the Federation of natural associations : "France Nature Environnement" (FNE) started a shocking campaign with different posters accusing farmers of pollution and dangerous practices. On one of the posters, we could see a child playing on a breton beach covered by green algae, saying that the cause of these was the excessive use of fertilizers by farmers and that the gaz produced by the decay of the algae was dangerous for health.

The Breton regional council hit a complaint against the FNE to defend the interests of the Bretons because these posters altered the image of the region. The regional council reproaches the FNE to present this agricultural region as dangerous for others and as a source of pollution.

Moreover, the environmental associations have denounced the censorship against the FNE posters by "Metrobus" and the "RATP" public transport companies in Paris that have refused to put up three posters including those with the green algae.

All green algae are an industry organized around lobbying. In addition, speeches vary from one person to another.... Between the "No green algae" environmentalists and anger of farmers to be continued to be targeted. There is a real war between farmer political scientific ecological

➤ **Savoirs**

Dans tous les wikis 1, les savoirs socioscientifiques pris en compte sont ceux présentés dans le dossier documentaire. D'autres leur sont associés en fonction des groupes, de leur sensibilité et de leurs vécus. Ainsi par exemple et sans surprise, les étudiants de l'ENFA apportent-ils à propos d'un problème lié à l'élevage (QSVE des marées vertes et de la consommation de viande) de nombreux éléments à propos des réglementations régissant les exploitations et les marchés agricoles, les étudiants de SVT des données physiologiques (consommation de viande) ou écologique (marées vertes) et les étudiants australiens des informations sur le contexte politique local à propos de la QSVE du dessalement.

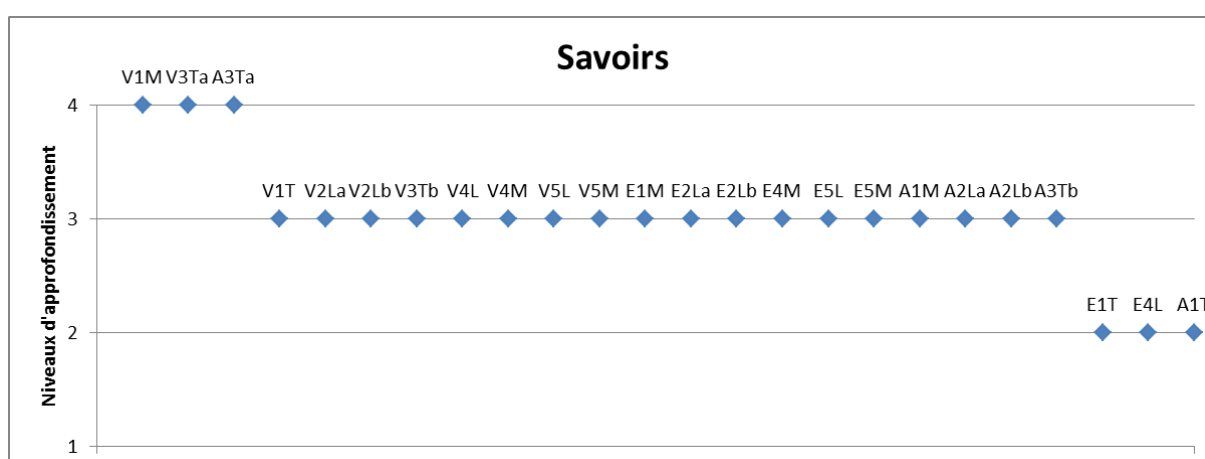


Figure VI-7 : Approfondissement de la dimension Savoirs (K) dans les wikis 1

Ces savoirs sont plus souvent articulés que juxtaposés, à quelques rares exceptions (E1T, E4L, A1T). La plupart des groupes (dix-huit sur vingt-quatre) privilégient une seule perspective dans leur mise en cohérence (niveau K3).

Extrait codé K3 (groupe E4M, annexe 40) :

While there are a large number of advantages in having a desalination plant, one of biggest advantage of desalination is that it provides a guaranteed source of water without the reliance on the amount of rainfall. The quality of the drinking water is safe for human consumption, with boron levels lower than 0.5 mg/l, this is below the recommended level of 4mg/l by the Australian drinking water guidelines. The plant will be able to provide 150 billion liters of water per year for Victorians, with a possibility to supply up to 200 billion liters) [...] It also will create more than a thousand jobs both in its construction phase and after its construction is completed. This will also help businesses around the area of Wonthaggi as there would be increase in spending at local shops due to the construction workers using nearby services. [...]

Ce groupe n'a par exemple pas exploré la piste du recyclage des eaux usées. La difficulté à accomplir l'effort de décentration permettant d'atteindre le niveau P4 (auquel les savoirs socioscientifiques sont articulés selon plusieurs cohérences) n'a été surmontée que par trois groupes.

Extrait codé K4 (groupe V3Ta, annexe 29) :

Dans des régions cumulant élevage de ruminants et élevage hors-sol, les PMPOA (programmes de maîtrise des pollutions agricole) ont permis d'améliorer les stockages des déjections et de contrôler l'épandage des engrais organiques. On commence à voir des signes d'amélioration de la qualité de l'eau dans les cantons concernés. A l'inverse, imaginer une agriculture sans élevage serait contre-productif pour l'environnement. En effet l'élevage apporte des engrais naturels très bénéfiques aux cultures et aux sols. Et les prairies que pâturent les troupeaux sont de véritables réservoirs de biodiversité essentiels aux équilibres écologiques. D'autre part, d'après l'IFOP, 24% des interviewés pensent qu'il est souhaitable de réduire significativement la consommation de viande rouge pour réduire l'impact de l'élevage sur l'environnement (ils n'étaient que 15% en 2007).

Cet extrait montre comment les savoirs socioscientifiques concernant les relations entre les systèmes d'élevage et d'autres éléments des socio-écosystèmes sont articulés dans une exploration ne privilégiant pas un seul type de discours. La citation d'extrait ne procure

toutefois qu'une appréciation partielle du RSSD développé dans les wikis1, dont l'intégralité est rapportée dans les annexes 26, 29 et 47 (wikis 1 codés K4).

Remarquons qu'il n'est ni nécessaire, ni suffisant, d'identifier la diversité des intérêts en jeu pour prendre en compte la diversité dans la mise en cohérence des arguments. En effet, les RSSD dont la problématisation est au niveau 4 ne mobilisent pas automatiquement des savoirs au niveau 4, et réciproquement, le niveau 4 dans la dimension savoirs n'est pas associée à une problématisation au niveau 4. Le seul wiki 1 dans lequel nous observons à la fois P4 et K4 est celui du groupe A3Ta.

➤ Incertitudes et risques

Très peu de groupes (deux seulement, cf. figure VI.8) n'intègrent pas les incertitudes dans leur raisonnement. Il s'agit de ceux (E4L et A1M) qui prennent pour argent comptant des affirmations sans les questionner ni délimiter leur domaine de validité.

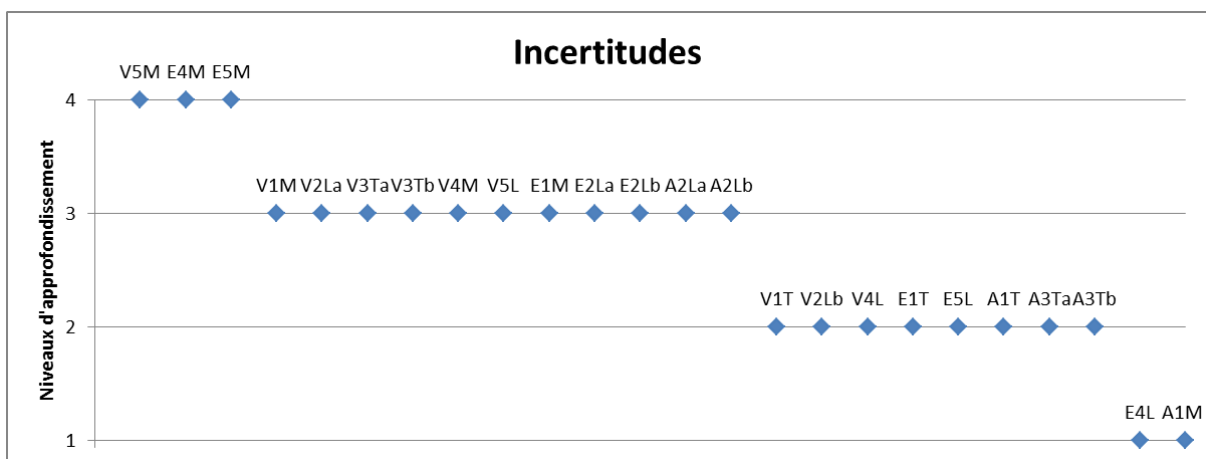


Figure VI-8 : Profondissement de la dimension Incertitudes (U) dans les wikis 1

Extrait codé U1 (groupe E4L, annexe 39) :

En utilisant une structure s'étendant à deux km au large, une usine rejettera 280 Giga Litres d'eau saumâtre chaque année....En perturbant les facteurs abiotiques des différents écosystèmes où elle est rejetée, la saumure peut générer de graves conséquences sur la biodiversité.

A ces exceptions près, tous les groupes définissent les termes de leurs affirmations en indiquant leurs sources, ou identifient des discours contradictoires lorsque les données scientifiques sont controversées :

Extraits codé U2 (groupe A3Ta, annexe 47) :

L'agriculture est le secteur d'activité qui rejette le plus de nitrate 55% avec les engrais et le lisier de porc. (source : Tap Julien et Sébastien Goudot, IUP SIAL, étude sur les nitrates).[...] En Bretagne d'après M. Alain Ménerguen, les industries sont trop peu nombreuses en particulier sur les côtes pour provoquer ce phénomène. Cependant, les entreprises d'agroalimentaires utilisent de grande quantité de nitrate pour la conservation des aliments et en particulier de la viande. L'industrie serait responsable de 10% des rejets à cause de l'utilisation de produit en particulier pour la conservation de la viande de porc et de l'industrie pharmaceutique.[...] L'agriculture et les rejets urbains seraient responsables de l'eutrophisation des côtes Bretonne. Cependant, les stations d'épurations sont devenues très performantes et ne rejettent que 1 à 2 % des nitrates contenus dans l'eau contre 35% auparavant (déjections humaines et fosses septiques). Les eaux usées domestiques et industrielles contiennent également des nitrates, mais il est aujourd'hui presque en totalité éliminé par les stations d'épuration: En zones sensibles à l'eutrophisation, au minimum 70% de l'azote est éliminé. avant que l'eau ne soit rejetée dans la nature.

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/D-ou-viennent-les-nitrates-a-l.html>

Onze des vingt-quatre groupes expriment clairement la nécessité de coordonner différentes sources d'informations pour évaluer les conclusions contradictoires sur les risques (niveau U3).

Extrait codé U3 (groupe E2La, annexe 37) :

Outre les restrictions de consommation d'eau et les subventions aux particuliers pour l'achat de réservoirs d'eau de pluie, l'Etat a dépensé plus de 6milliards d'euros pour mettre en place le réseau d'alimentation en eau le plus sophistiqué du pays. Des centres de production ont vu le jour avec le traitement des eaux usées à destination de l'industrie et la mise en place d'usines de dessalement. Bary Dennien estime que la région possède désormais suffisamment d'eau pour les vingt prochaines années. Les opposants à cette politique affirment qu'il existe d'autres solutions moins chères. Ils militent pour une meilleure gestion des réserves, qu'il s'agisse des réservoirs ou des sources souterraines. "Presque toutes les villes possédant une usine de dessalement sont encore très loin d'avoir atteint leur point optimal en matière de gestion de l'eau", affirme Stuart White, directeur de l'Institute for Sustainable Futures [un organisme de recherche sur le développement durable] à l'Université technologique de Sydney. Les villes pourraient facilement réduire de 20% leur consommation d'eau sans même

imposer de restrictions aux habitants, ajoute-t-il. D'autre part, les universitaires remettent en question l'utilisation galopante de cette technologie.

"Le risque financier est grand," rappelle le directeur de l'institut Stuart White. "une fois construites, il faut impérativement les rentabiliser, parfois même en les exploitant au maximum."

Mais la nécessité d'évaluer les incertitudes en fonction des contextes (niveau U4) n'est exprimée de manière explicite que par trois groupes d'étudiants (tous australiens)

Extrait codé U4 (groupe E4M, annexe 40) :

Like any other major industrial building, the construction of the Desalination plant will have environmental impacts that must be understood if they are to be prevented or minimized. These effects may be resulted from construction of the plant and, especially, its long-term operation. The largest effect being the withdrawal of large volumes of seawater from the ocean, and in turn discharging large volumes of highly concentrated 'brine'⁹. However, each desalination facility must be assessed individually in respect of location, plant design, and local environmental conditions.

Extrait codé U4 (groupe V5M, annexe 34) :

There is a growing opinion in the medical world that the consumption of red meat is connected to all sorts of adverse health effects such as heart disease, diabetes, stroke and some types of cancer. In May of 2010 the Harvard school of public health published a study that compared the risk of these diseases between processed and unprocessed red meats.[8] In their comparative analysis 20 studies were used and they arrived at the conclusion that there was no increased risk of heart disease or diabetes mellitus associated with unprocessed (beef, pork and lamb) red meat.[8] Conversely, there was a 42% increase in the risk of heart disease and a 19% increase in the risk of diabetes mellitus associated with processed (bacon, smoked and preserved) red meat.[8]

➤ Gouvernance

La participation des divers groupes sociaux aux prises de décision est assez peu explorée dans les wikis 1. En effet, les moyens de mettre en œuvre les solutions envisagées ne sont que peu discutés. Un seul groupe, V2Lb, s'exprime quant aux jeux de pouvoir dans le fonctionnement démocratique. L'extrait suivant est le fait d'une participante qui rapporte une vision réductrice et manichéenne, mais qui a eu le mérite d'engager la réflexion collective sur les procédures régulatrices entre intérêts divergents.

Extraits codé G4 (groupe V2Lb, annexe 28) :

La vision politique: les politiques économiques du gouvernement actuel ont une priorité sur la rentabilité à travers l'obtention de profits à tout prix! L'appréciation de l'Humain et la volonté mercantile des entreprises ne peuvent en aucun cas être en accord. Les politiques sociales ne sont qu'une couverture de l'Etat dans la non transmission des informations. Il y a une politique actuelle de profit dans la société capitaliste qui ne correspond pas aux besoins de la planète, et celle-ci est soutenue par certains politiques. [...] Au niveau de la population, il y a un manque notable dans la transmission des informations via les médias ou divers supports informatifs. Ceux-ci ne permettent pas dans l'ensemble une compréhension objective du sujet. L'annihilation des visions subjectives issues des politiques, des associations, et comment l'information est présentée par les médias...réduit dans certains cas l'esprit critique de certaines personnes.

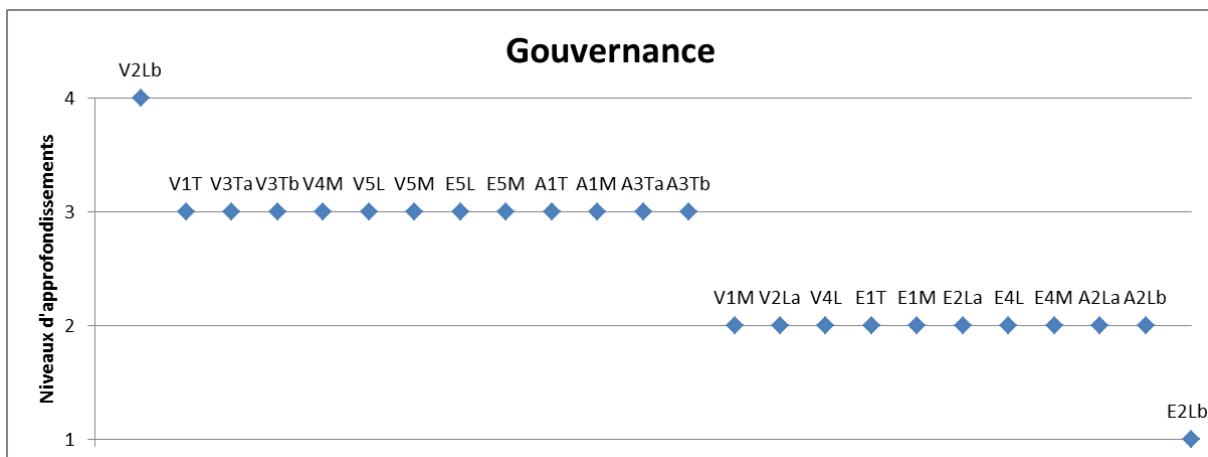


Figure VI-9 : Approfondissement de la dimension Gouvernance (G) dans les wikis 1

Les RSSD prennent bien entendu en compte la participation des groupes sociaux à la résolution des problèmes, mais dix groupes ne considèrent pas d'autres régulations que des sanctions et contrôles, les solutions devant être imposées par les autorités en place (niveau G2).

Extrait codé G2 (groupe V2La, annexe 27) :

Food and Agriculture Organization of the United Nations [...] recommande de mettre en place des sanctions financières pour les éleveurs qui abusent des ressources naturelles : « Les prix actuels des terres ou de l'eau ne reflètent pas la vraie valeur rare de ces ressources, ce qui entraîne leur surconsommation »

Extrait codé G2 (groupe E1M, annexe 36) :

Perhaps the biggest action to be taken is for people to lower their water usage. The Victorian government's Target 155 campaign is a good idea. Perhaps this could be taken further, with households who exceed this target forced to play heavily inflated costs for their use of extra litres and those under the target to be given a discount on their bill.

Douze groupes envisagent tout de même la participation active des parties prenantes (niveau G3). Ils l'imaginent principalement à travers le pouvoir d'action des citoyens en tant que consommateurs, ce qui conduit à envisager l'éducation, l'information et la sensibilisation. Cette sensibilisation vise toutefois beaucoup plus la consommation responsable que la participation au processus décisionnels.

Extrait codé G3 (groupe V5L, annexe 33) :

Si l'industrie de l'élevage doit trouver des solutions pour freiner sa contribution au réchauffement climatique et aux diverses pollutions, nous pouvons, à titre individuel, participer à cette dynamique en régulant notre propre consommation de protéines animales. Comme le montrent de nombreuses études, développer des alternatives de qualité dans notre alimentation en réduisant la part de protéines animales aurait un impact sensible sur le réchauffement de notre planète et permettrait également de réduire le surpoids et les risques de maladies dites de civilisation comme l'obésité ou les maladies cardiovasculaires, principalement dues à notre alimentation.

Extrait codé G3 (groupe V3Ta, annexe 29) :

Un changement de comportement alimentaire doit passer par une prise de conscience des différents problèmes qui se posent. [...] Une fois cette prise de conscience faite, il sera plus aisé de se diriger vers de nouveaux comportements. Un changement de mode de consommation est lié en partie à l'éducation donnée aux enfants. Comme les générations précédentes nous ont transmis la nécessité de consommer de la viande, nous devons transmettre aux générations futures cette prise de conscience de privilégier la qualité à la quantité. En effet, privilégier la qualité des produits carnés, leur mode production et de consommation à la quantité qui est actuellement supérieure à nos besoins dans les pays développés.

➤ Valeurs

Cette dimension des RSSD est la moins approfondie dans les wikis 1 dans lesquels les valeurs ne sont que très peu mises au débat. Quatre groupes ne les évoquent pas du tout (niveau V 1).

Certaines valeurs (en particulier le respect de la nature) sont simplement exprimées (niveau V 2) par neuf groupes, et neuf autres groupes précisent quelles sont les valeurs qu'ils estiment centrales dans la controverse (niveau V 3), mais seulement deux groupes défendent une position fondée sur une hiérarchisation des valeurs en jeu.

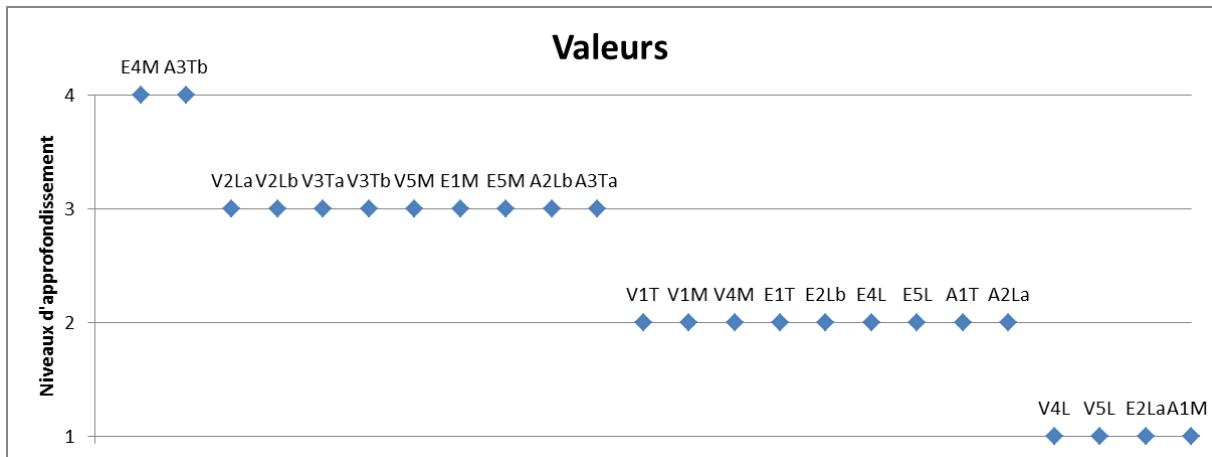


Figure VI-10 : Approfondissement de la dimension Valeur (V) dans les wikis 1

Extrait codé V2 (groupe A1T, annexe 43) :

I remember swimming and fishing in the river, this was a very important place where every child went after school. I remember when on sundays we went with my family to the sea smelling the good air and seeing the beautiful landscape. It was few years ago...

Extrait codé V2 (groupe A2La, annexe 45) :

Ce problème oppose différents acteurs et touche plusieurs secteurs. D'un côté les écologistes qui militent pour la protection de la planète de l'autre les agriculteurs militent pour conserver leurs avantages économiques et luttent pour la pérennité de leur profession! A qui la faute?

Extrait codé V3 (groupe A2Lb, annexe 46) :

[...] la Bretagne est devenue une région majeure dans l'alimentaire français depuis la fin de la seconde guerre mondiale. A cette époque il fallait nourrir beaucoup de monde car la France était dévastée. On ne peut donc juger ce choix fait à l'époque. [...] L'Etat doit donc faire preuve d'une réelle volonté de régler le problème à la base et doit également inciter les agriculteurs à privilégier une agriculture beaucoup plus respectueuse de l'environnement, ce qui va à l'encontre de la production intensive mise en place depuis tant d'années.

Extrait codé V4 (groupe A3Tb, annexe 48) :

Les agriculteurs subissent une politique agricole qui les a conduit par le passé à se tourner vers de l'intensif. Si les aides financières prenaient en compte les critères environnementaux et sociaux, le choix des pratiques serait certainement différent. Chaque conséquences néfastes à l'environnement se répercutent sur la population. Il est donc primordial de reconsidérer les contraintes environnementales pour permettre non pas d'imposer un système agricole, mais de l'adapter.

VI.2.3 Analyse des niveaux d'approfondissements des RSSD pour les différentes QSVE

Alors que la QSVE de la consommation de viande est globale, les marées vertes bretonnes et le dessalement de l'eau de mer à Melbourne sont en premier lieu des questions locales ; chacune d'elles est pour les étudiants français ou australiens qui l'abordent, soit proche, soit lointaine. Dans quelle mesure la proximité des groupes aux contextes des situations/problèmes influence-t-elle les RSSD ?

➤ QSVE locales

Le calcul des scores (cf. tableau VI.1) de chaque groupe n'apporte que des informations très globales sur la nature des RSSD produits, mais nous remarquons (figure VI.4) que les deux RSSD les moins approfondis sont ceux d'étudiants pour lesquels la QSVE est lointaine : A1M et E4L. (Nous considérerons en première analyse que les étudiants lyonnais et ceux de l'ENFA sont proches de la Bretagne, et nous verrons qu'un gradient, affectif, est à considérer dans cette proximité). La comparaison de la moyenne des scores par QSVE ne révèle pas de différence significative : elle est de 17 sur 24 avec la QSVE de la consommation de viande, 16,67 avec celle des marées vertes et 15,75 avec celle du dessalement d'eau de mer. C'est dans une analyse plus fine que nous pourrions identifier des relations entre la contextualisation des QSVE et les approfondissements des RSSD.

Nous avons recherché parmi les groupes A et E (c'est-à-dire ceux ayant travaillé sur les QSVE locales) si des différences apparaissent dans les approfondissements de certaines dimensions des RSSD. Ce n'est pas le cas pour ce qui concerne l'exploration des dynamiques des socio-écosystèmes (Interactions, Gouvernance) ni l'articulation des savoirs et incertitudes, mais nous l'observons pour la problématisation et la discussion des valeurs en jeu. Pour ces deux dimensions des RSSD, ce sont majoritairement les wikis 1 des groupes distants qui sont aux plus bas niveaux.

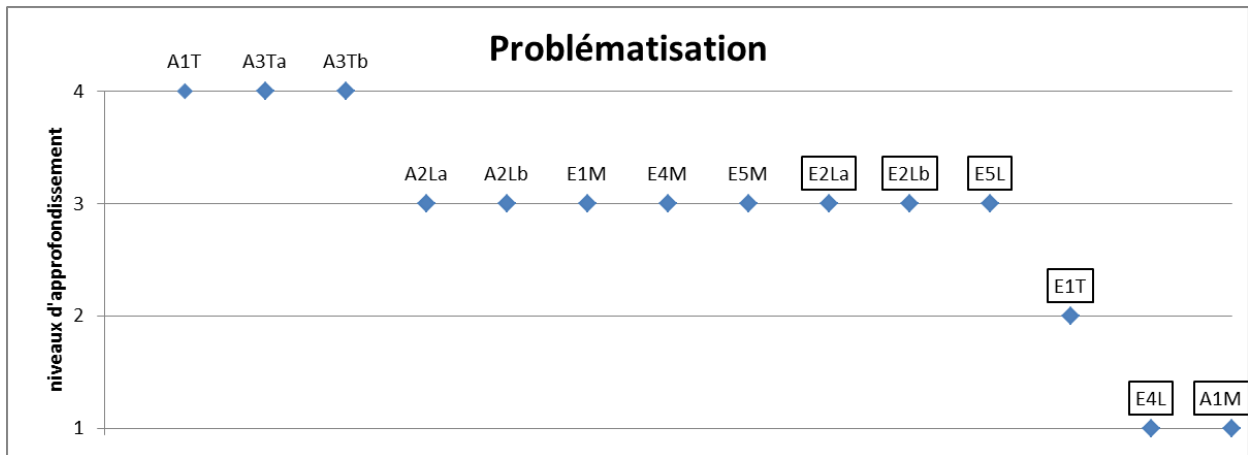


Figure VI-11 : Problématisation dans les wikis 1 des groupes ayant traités des QSVE locales (Les étiquettes de données encadrées sont celles des groupes distants.)

La plus grande proximité de la QSVE favorise la prise en compte des intérêts en jeu et de leur part dans la vivacité de la controverse (problématisation des groupes A1T, A3Ta et A3Tb), alors que son éloignement tend à réduire le nombre de volet considérés dans le traitement des problèmes (A1M, E4L), comme le nombre de perspectives envisagées (E1T).

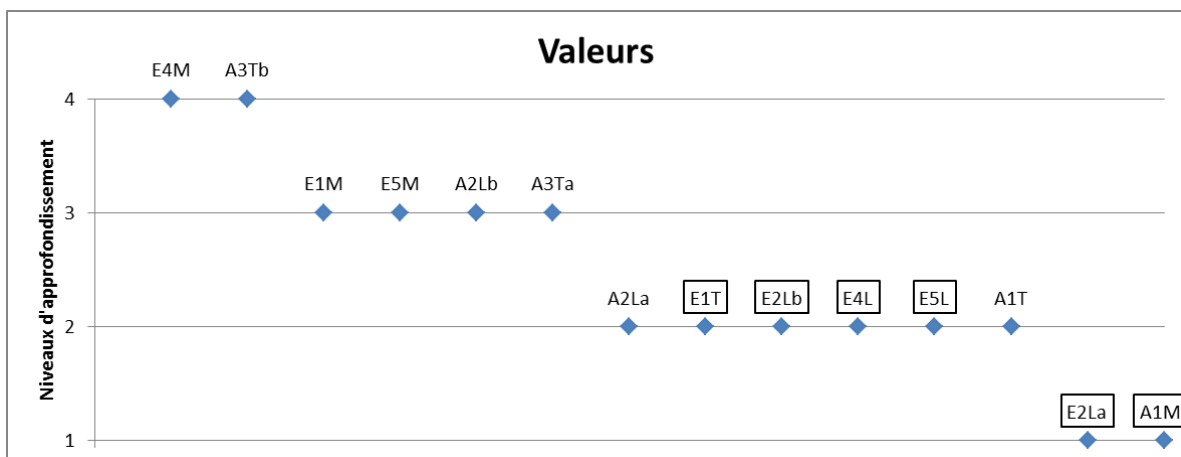


Figure VI-12 : Discussion des valeurs dans les wikis 1 des groupes ayant traités des QSVE locales (Les étiquettes de données encadrées sont celles des groupes distants.)

Nous avons vu précédemment que l'explicitation et la discussion des valeurs en jeu sont globalement peu développées. Il semble (figure VI.12) qu'elles le sont d'autant moins que les QSVE sont lointaines pour les étudiants, ceux-ci privilégiant une posture de pseudo-neutralité dans leur RSSD. Le niveau 4 est atteint par ceux qui argumentent une position axiologique claire, ce sont les groupes qui témoignent de la plus grande connaissance de la situation locale (E4M, A3Tb). Pourtant, le cas A1T est particulier. Alors que de nombreux acteurs et

prises de position ont été décrits dans les wikis d'autres groupes, le groupe A1T réduit la présentation de la controverse à une bipolarisation :

This topic is controversial because there are two opposing camps: On the one hand, environmentalists accuse the government of ignoring curative measures for prevention. People in general, tend to accuse breton farmers of being responsible of this plague. On the other hand, farmers denounce them for stigmatising their activity and ignoring their efforts.

Dans ce groupe, les étudiants ne sont pas seulement français, la moitié d'entre eux (A1T-1 et A1T-3) est également originaire de Bretagne. Leur wiki s'inscrit dans un registre émotionnel :

Today when I come back to the river, this is deserted! No child but one notice board which bans water activities. When I come back near the sea, it is not the same heaven like in my remembers! The smell is unenjoyable and walking on the beach is not possible.

*I'm a young Breton who doesn't understand where is my river and where is the sea?
Who can explain to me what has happened?*

L'affect semble avoir limité dans ce RSSD la recherche d'informations (les éléments cités dans le texte ne concernent que la campagne médiatique de la fédération France Nature Environnement, le témoignage d'un agriculteur et l'introduction du dernier plan d'action du gouvernement) . L'identification d'incertitudes est également réduite (U2 pour ce groupe), à l'instar de ce que Simonneaux & Simonneaux (2009b, *ibid.*) ont observé dans le raisonnement sur la réintroduction de l'ours dans les Pyrénées.

Ainsi, il serait erroné de penser que l'approche locale est toujours la plus favorable au développement des RSSD. Nous verrons en revanche plus loin que la confrontation d'approches distanciées et impliquées est un facteur déterminant.

➤ QSVE globale

Avec la controverse autour de la consommation planétaire de viande, les groupes ne se distinguent pas par la connaissance des contextes locaux. (Nous verrons toutefois à ce propos, cf. VI.3, que les étudiants ont ramené leurs réflexions à leur situation propre.) Mais l'examen des wikis 1 révèle que la spécialisation universitaire conditionne l'appréhension de la globalité de la situation comme de la complexité des relations entre les composantes des socio-écosystèmes et conduit à privilégier des aspects particuliers dans les RSSD.

Ainsi les pistes de solutions retenues par les groupes s'organisent-elles autour de trois logiques argumentatives définissant trois ensembles distincts : la dénonciation des effets néfastes des élevages industriels et la lutte contre leur généralisation, la recherche d'une production conciliant compétitivité économique et soutenabilité écologique, la préservation de la santé et de l'environnement conduisant à la recherche de palliatifs. Ces trois logiques fédèrent respectivement les étudiants de Toulouse, de Melbourne et de Lyon. Avec les deux premières, c'est la critique sociale qui prédomine, alors que la rationalité instrumentale caractérise la troisième. La comparaison des moyennes de scores de RSSD en faisant trois catégories correspondant aux institutions de formation (ENFA, Université Lyon 1 et Université Deakin de Melbourne) révèle une différence (tableau VI.2). Il apparaît dans les expertises de cette QSVE que les RSSD lyonnais sont en moyenne les moins approfondis pour cinq des six dimensions analysées, la différence étant la plus marquée pour l'exploration des Interactions (I) dans les socio-écosystèmes.

Tableau VI-2 : Scores moyens des RSSD (wikis 1) à propos de la QSVE consommation de viande

	Groupes de l'ENFA Toulouse (V1T, V3Ta, V3Tb)	Groupes de Deakin Melbourne (V1M, V4M, V5M)	Groupes de Lyon (V2La, V2Lb, V4L, V5L)
Σ moyens (/24)	17,67	18,67	15,25
Moyennes P (/6)	2,67	3,33	2,5
Moyennes I (/6)	3,33	3,67	2,5
Moyennes K (/6)	3,33	3,33	3
Moyennes U (/6)	2,67	3,33	2,5
Moyennes V (/6)	2,67	2,33	2
Moyennes G (/6)	3,00	2,67	2,75

Bilan intermédiaire : Trois postures adoptées vis-à-vis des QSVE

De ces premiers éléments de caractérisation des RSSD rapportés par les wikis 1 pour les différentes QSVE expertisées, trois postures se dégagent au sein des groupes.

Les *scientifiques neutres* : la cohérence de leurs raisonnements est construite autour des faits scientifiques et des préoccupations environnementales *sensu stricto*. Il s'agit principalement des étudiants en sciences expérimentales. Les raisonnements font principalement référence à des savoirs scientifiques à prétention universelle dont les implications dans les contextes particuliers sont peu explorées. Les points de vue des différentes parties prenantes sont peu examinés, les solutions envisagées s'appuyant essentiellement sur les discours de spécialistes. Les processus sociaux de régulation qui sont imaginés sont de type prescriptifs, la participation des citoyens étant essentiellement pensée à travers leur sensibilisation aux bonnes pratiques. Dans cette logique, les débats de société sont moins pris en compte que les controverses scientifiques, les participants privilégiant une posture de neutralité vis-à-vis des valeurs sociétales engagées. En revanche, un questionnement des domaines de validité des argumentations scientifiques peut être exprimé au cours du développement de ces raisonnements qui misent essentiellement sur les progrès technologiques pour clore les controverses.

Les *professionnels engagés* expriment une solidarité avec un corps de métier fortement marquée. Leurs argumentations sont structurées en réaction à de potentiels opposants. Elles mettent en évidence les différences dans les affirmations d'acteurs aux intérêts divergents, les valeurs engagées sont explicitement défendues. Le doute épistémologique est exprimé dans les applications pratiques des études globales, les approches locales étant privilégiées et la nécessité de raisonner à différentes échelles soulignée. Les régulations sociétales envisagées sont principalement de type juridique avec l'instauration et le contrôle de normes et de labels. Il s'agit des futurs enseignants de disciplines agronomiques de l'enseignement agricole (productions animales et productions végétales).

Les *profanes concernés* développent d'abord des analyses rétroactives. Ils ne mettent pas l'accent sur les controverses de spécialistes mais visent plutôt à reconstituer l'historique de la mise en place des déterminants de la situation actuelle. Ces approches sont privilégiées par les étudiants abordant une controverse dans leur contexte proche. Les réflexions prennent en compte diverses perspectives en insistant sur les dynamiques humaines des socio-écosystèmes. Elles articulent les savoirs socioscientifiques en explicitant les cohérences et les

divergences entre les points de vue d'acteurs des controverses, en termes d'intérêts et de valeurs. Avec ce type de raisonnement, peu de doutes sont exprimés quant aux « données », les participants acceptant volontiers l'autorité des scientifiques et laissant l'évaluation des risques aux spécialistes dont les discours ne sont que peu remis en question.

Il apparaît que les *habitus* disciplinaires, le niveau de mixité des groupes quant aux spécialités disciplinaires et le degré de proximité de la QSVE abordée, interagissent dans la construction des RSSD collectifs. Ceci conduit les collectifs de participants à privilégier plus ou moins ces différentes postures dans l'argumentation de leurs RSSD.

VI.3 Interactions socio-discursives durant l'expertise collégiale des QSVE

Nous examinons dans ce paragraphe dans quelle mesure les variations du dispositif didactique (constitution des groupes, types d'outils numériques favorisés, importance du présentiel vis-à-vis du travail à distance) ont influencé les ISD pendant la construction des wikis 1. Nous nous appuyons sur les travaux de cinq groupes montrant dans quelle mesure la diversité des apports individuels peut enrichir la production commune, mais révélant également que le partage d'un objectif et de ressources ne garantit pas la mise en place d'une dynamique collaborative.

VI.3.1 Coopération et collaboration

Au cours du traitement d'une QSVE comme de toute activité collective, un équilibre est à trouver entre la division du travail en tâches individuelles et la coordination des tâches individuelles rendant possible la réalisation commune. Les activités individuelles de recherche d'informations permettent leur mutualisation, mais ne peuvent suffire à la résolution collective de la situation-problème qui implique le traitement des données de la banque constituée. L'acte de rapporter un lien pour une vidéo sur *YouTube* n'est pas de même nature que celui de participer à l'évaluation de la recevabilité d'une information, au questionnement de son intérêt dans le contexte de la situation-problème, à la discussion de la pertinence de la solution qu'elle permet d'envisager. C'est pourquoi nous mobiliserons les concepts de travail coopératif et travail collaboratif pour rendre compte des dynamiques des groupes. La distinction entre travail coopératif et travail collaboratif renvoie au mode de coordination du travail au sein du groupe (Gangloff-Ziegler, 2009). Dans un travail coopératif, chacun a une tâche définie au départ et travaille de son côté pour apporter sa contribution lors de la mise en commun finale (Blanquet, 2007). Une telle organisation est donc définie par la répartition des tâches. Le travail collaboratif est quant à lui caractérisé par l'engagement mutuel des

participants dans l'effort coordonné de résolution collective du problème, dont l'objet est de créer une vision partagée (Chrislip, 2002 cité par Gangloff-Ziegler 2009 *ibid.*). La distinction entre les dynamiques coopératives et collaboratives réside ainsi dans les relations qu'entretient chaque individu avec les membres du groupe, relations lui donnant une plus ou moins grande capacité à influencer le déroulement du processus créatif. Les interactions entre les participants à l'expertise de QSVE dans une dynamique collaborative impliquent en effet la participation de tous aux analyses des déterminants de la situation-problème, à l'exploration de pistes d'actions possibles et de leur faisabilité, aux négociations des choix de stratégies que le collectif retient. Le développement des associations dans les communautés de pratique numériques est décrit par Geudet & Trouche (2011) en trois stades successifs : lors de la mutualisation, un noyau initial met des ressources en commun, puis passe à un stade de coopération (se fixant des objectifs communs et se partageant les tâches pour les atteindre). Dans un troisième stade, le noyau initial approfondit le travail en commun dans le sens de la collaboration (tous les acteurs participent à l'ensemble du projet). Nous avons adapté la typologie de Mercer pour l'analyse de notre corpus afin de distinguer le participatif réduit à de simples discussions cumulatives, les explorations proactives procédant du travail coopératif (les explorations distribuées) et les explorations intégrées dans une dynamique collaborative.

Dans notre corpus, nous n'observons pas la séquence chronologique décrite par Geudet et Trouche, mais une influence forte de l'outil utilisé. Nous le montrerons avec les exemples de trois groupes pluridisciplinaires d'étudiants de l'ENFA de Toulouse (V1T, V3Ta et V3Tb). Afin de rendre compte des RSSD en développement, l'analyse de chaque exemple sera précédée de la présentation des aspects en discussion accompagnés d'extraits donnant le « ton » des échanges.

VI.3.1.1 Effet de l'outil numérique, exemple du groupe V1T

La session V1 a regroupé des étudiants de l'ENFA de Toulouse (groupe V1T) et des étudiants australiens à Melbourne (groupe V1M). Les contributions des étudiants français avant les échanges avec leurs correspondants australiens sont d'abord des messages dans le forum intragroupe (forum A) puis des versions successives du wiki. L'ensemble de ces contributions est compilé dans l'annexe 49 . Nous avons indiqué au chapitre V comment nous distinguons les contributions de l'ordre de la logistique et de la convivialité, de celles participant directement à la construction collective du RSSD. Nous nous intéressons ici à cette deuxième catégorie pour les étudiants du groupe français. Nous observons deux phases

distinctes dans la réalisation de cette expertise collective, les rencontres, présentations et échanges dans le forum, puis le passage à l'écriture du wiki.

➤ Les participations au forum V1T avant l'écriture du wiki

Lors du regroupement du premier mars 2011 (étaient présents V1T-3, V1T-5 et V1T-1), un *brainstorming* a permis de commencer la problématisation. V1T-1 (1)¹⁶³ ouvre le forum le 12 mars avec les notes qu'elle a prises ce jour-là. V1T-2 (2) qui n'a pas assisté à cette séance apporte sa première contribution dans le forum en conseillant une vidéo. V1T-3 (5) enchainera en conseillant à son tour deux vidéos, et V1T-2 (4) proposera aussi un reportage documentaire. La première source conseillée par V1T-2 (72 minutes en anglais) est militante, produite par un « parti » américain pour le respect des droits animaux : « *Meat the truth* ». Comme le titre l'indique, il s'agit d'une conférence construite avec des images chocs et entrecoupées d'un discours sur le même ton que « *La vérité qui dérange* » d'Al Gore. Elle relie directement la consommation de viande au réchauffement climatique anthropogène. Cette vidéo influencera les échanges par la suite : on le voit notamment quand V1T-3(9) énonce que : « *L'idée générale qui ressort est la préservation de l'environnement* ». L'approche première de la question est donc globalisée.

Pourtant, très vite, les échanges s'orientent sur les consommations de chacun en replaçant ainsi le problème dans un contexte proche. Dès sa deuxième intervention, V1T-2 (4) précise qu'elle a été végétarienne et qu'elle est « *en pleine controverse intérieure* » à propos de sa consommation de viande. V1T-3(9) dans son intervention du 17 mars oriente clairement les échanges vers les habitudes et le quotidien de chacun : pour dépasser l'approche manichéenne (« *Meat, should you eat it or not ?* ») de la revue de presse, il donne sa position et fait part de ses efforts pour une consommation modérée de viande. Ceci l'amène à parler de son couple et de la tradition familiale. Dans sa réponse, V1T-1 (15) ne réagira pas à la prise de position de V1T-3, mais parlera de l'« *éleveur de bovins à proximité de son domicile* » et du « *poulet fermier acheté au marché le samedi matin* ». V1T-5 (17), dès sa deuxième intervention sur le forum, parle de son intention de produire à l'avenir lui-même sa viande. Ces échanges sur les habitudes alimentaires sont en outre révélateurs des facettes identitaires affichées par chacun au début des échanges : V1T-3 vient d'une famille du Sud-Ouest où la tradition est importante, V1T-1 a été végétarienne dans sa « *jeunesse de babos et de rebelle* » ; V1T-2 est une mère de famille « *redevvenue carnivore après la naissance de ma*

¹⁶³ Les contributions sont identifiées par l'anonymat de l'auteur suivi entre parenthèse du n° d'ordre chronologique dans la compilation

2^e fille » ; V1T-5 « *achète des produits AB concernant les fruits et légumes. Mais pour la viande [il] privilégie la proximité* ». Les participants se positionnent avant tout en consommateurs (responsables et concernés) plutôt qu'en tant qu'enseignants (ils sont tous stagiaires), militants, professionnels agricoles ou électeurs.

➤ L'écriture du wiki V1T

Elle commence avec la contribution 23 de V1T-5 et s'achève avec la contribution 84 de V1T-1. Entre ces deux moments, le forum est utilisé, mais de toute autre manière que précédemment. Les onze messages déposés (contributions 24, 28, 31 puis de 71 à 78) ne participent pas directement au raisonnement collectif mais concernent la mise en forme du texte. Celui-ci est organisé en thèmes comme l'ont proposé V1T-3 (9) et V1T-1(16) dans le forum préliminaire, selon huit paragraphes qui ne correspondent pas aux rubriques proposées par les formateurs. La controverse elle-même n'apparaît qu'en septième point, elle semble être considérée comme une conséquence de la situation et non comme un levier de la problématisation. Ainsi, ce groupe construit son RSSD en appui sur des « données » (dangers de la viande pour la santé, importance de sa consommation pour l'évolution de l'espèce, impact des GES, etc.) sans considérer que ces données sont elles aussi construites par des acteurs sociaux.

De nombreux éléments mutualisés dans les premiers échanges sont repris dans les huit thèmes retenus à la contribution 23, mais ce n'est pas le cas de tous. Une sélection a été opérée dès la contribution 16 de V1T-1. Ainsi sont laissées de côté les considérations socioéconomiques comme celles que V1T-2 (7) avait retenu du reportage documentaire « *le transfert de facteurs de risques des pays développés aux pays en voie de développement* » et ce que V1T-3 (9) avait écrit à propos du pouvoir d'achat « *il y a aussi un problème économique car le prix va obliger les foyers les plus pauvres à acheter des produits industriels de premier prix* ». (V1T-3 lui trouvera toutefois une place le 2 avril dans le paragraphe 8 « *consommer mieux* »). V1T-5 (17) précisait que « *Derrière la consommation de viande il y a une grande quantité d'emplois qu'il ne faudra pas négliger dans nos réflexions* ». V1T-2(4) parlait de « *bien être animal et information du consommateur, politique, lobbies agrobusiness* ». Elle a aussi pensé à la question du point de vue de l'agriculteur plutôt que du consommateur : « *rôle essentiel de l'agriculteur dans la société et image sombre de pollueur* ». D'autres éléments du *brainstorming* ne rentrent pas explicitement dans ce plan initial qui tend à neutraliser l'approche de la controverse : les circuits de distribution, les aspects religieux (viande halal, casher), la consommation dans le

monde. La proposition de structuration de V1T-1 est très influencée par sa manière personnelle d'appréhender la QSVE.

Un intérêt de l'organisation proposée par V1T-1, et acceptée par le groupe, est le partage des tâches qu'elle autorise : chacun peut travailler un des points (V1T-1 a d'ailleurs dès cette contribution pris en charge le paragraphe sur les GES) à la manière d'un groupe préparant un « exposé ». Alors que V1T-5 semblait en attente d'interactions (cf. sa contribution 17 : « *On pourra réagir pour créer quelques échanges* »), c'est pourtant lui qui prend en charge dans sa contribution 23 l'installation du plan dans le wiki, en contournant la structuration des rubriques proposées. Ce plan n'est pas propice aux discussions : V1T-3 (25) par exemple contribuera à la partie 5 et personne ne reviendra dessus avant que le wiki ne soit adressé aux correspondants. V1T-4, qui n'a pas participé aux échanges dans les forums, n'apportera au wiki qu'une contribution (partie 4) sous forme d'informations règlementaires, brutes et non commentées, à propos du label « agriculture bio ». Autre exemple, la contribution de V1T-2 (30), qui constitue l'essentiel du paragraphe 8 : dans la veine de la vidéo « *meat the truth* », elle met en parallèle (avec un raccourci qui pourrait pourtant inciter à la discussion) les conditions inhumaines de production intensive de viande dans les élevages et le développement de l'obésité. Cette contribution n'a pas fait l'objet de commentaires ou de modifications, pas plus que le discours de la vidéo n'avait été remis en question dans les forums. Aucune des actions sur le wiki n'a consisté en la suppression ou la modification de ce que d'autres avaient écrit ; même le paragraphe 7 qui traite de la controverse et pour lequel on pouvait s'attendre à une co-construction importante n'est traité que par un seul participant. Le seul paragraphe du wiki 1 dans lequel on trouve deux participations équilibrées est celui sur les dangers pour la santé, mais il est en fait découpé en deux sous-parties indépendantes.

Le niveau scientifique des contributions aurait pu être plus élevé : ainsi par exemple lorsque V1T-1 (37) écrit une partie du paragraphe 1 concernant les effets de la consommation de viande sur la santé, elle ne définit pas ce qu'est la « *viande rouge* » en termes d'histologie ou de biochimie et en reste à la notion communément admise, alors que parmi les participants se trouvaient des spécialistes de la production animale. Ce niveau scientifique aurait pu être augmenté avec davantage de remises en question, mais ce ne fut pas le cas. L'effet « technique » de l'outil wiki qui a incité à la compilation n'a pas favorisé le doute épistémologique et le débat scientifique.

- Deux dynamiques distinctes dans un même groupe

Neuf contributions participent directement au RSSD durant le premier temps (échanges sur le forum), dix-sept durant le second temps (écriture du wiki), mais dans des dynamiques différentes. Nous avons analysé chacune des contributions d'une part en termes d'orientation des discussions (avec l'adaptation de la typologie de Mercer), d'autre part en termes de prétention à la validité des arguments (par référence aux trois mondes habermassiens). Lorsque plusieurs arguments sont avancés dans une même contribution, nous avons considéré que l'orientation de la discussion est la même pour chacun d'eux. L'exemple VIT-3 (9) illustre ces analyses.

L'orientation discursive de cette contribution est exploratoire-intégrative puisque VIT-3 réagit à des idées précédemment énoncées par d'autres participants :

Nous avons avancés de nombreuses idées que nous évoque la consommation de viande. L'idée générale qui ressort est la préservation de l'environnement.

L'auteur apporte des arguments pragmatiques se référant au monde objectif :

La conséquence de cette sur-consommation est un problème écologique mais aussi un problème de santé car cela entraine des problèmes cardiaques et de cancers. il y a aussi un problème économique car le prix va obliger les foyers les plus pauvres à acheter des produits industriels de premier prix qui vont entrainer d'autres soucis de santé.

Il complète avec une argumentation se référant aux normes du monde social :

Il est très difficile dans notre société de consommer moins de viande. [...] Il y a un aspect culturel très fort dans ces habitudes alimentaires. Je viens du sud ouest de la France, une région où la nourriture a une grande importance. Qu'en est il pour vous?

Et il se réfère au monde subjectif en témoignant d'expériences personnelles :

Moi même je tente depuis quelques années de diminuer les quantités de viandes dans mon foyer sans vraiment y parvenir. Ma compagne est d'accord pour diminuer les quantités mais elle en rapportera toujours trop... [...] Chez ma grand-mère au diner (repas de midi) comme au souper il y avait 1 ou 2 viandes et en entrée un plat de charcuterie. Il est difficile de passer rapidement de ce repas là aux carottes rappées.

Les tableaux VI.3 et VI.4 récapitulent les analyses des contributions au cours des deux temps de la réalisation du premier jet de l'expertise.

Tableau VI-3 : Orientation des discussions et domaine de validité des arguments au cours des échanges dans le forum A du groupe V1T

	Disputes	Discussion cumulative	Discussion exploratoire distribuée	Discussion exploratoire intégrée	Σ
Référence au monde objectif	<i>Contribution</i>	<i>Contributions</i> 4, 5, 15	<i>Contribution</i>	<i>Contributions</i> 9, 16, 17	7
	0	3	0	4	
Référence au monde social	<i>Contribution</i>	<i>Contribution</i> 1	<i>Contribution</i>	<i>Contribution</i> 9	2
	0	1	0	1	
Référence au monde subjectif	<i>Contribution</i>	<i>Contributions</i> 2, 4, 5	<i>Contribution</i>	<i>Contributions</i> 7,9	5
	0	3	0	2	
Σ	0	7	0	7	14

(Certaines contributions contenant plusieurs arguments, les sommes indiquées dans les tableaux 7.1 et 7.2 sont supérieures au nombre de contributions.)

Tableau VI-4 : Orientation des discussions et domaine de validité des arguments au cours de l'écriture du wiki 1 du groupe V1T

	Disputes	Discussion cumulative	Discussion exploratoire distribuée	Discussion exploratoire intégrée	Σ
Référence au monde objectif	<i>Contribution</i>	<i>Contributions</i> 25, 26, 27, 30, 33, 34, 35, 36, 45, 52, 53, 55, 57, 69	<i>Contribution</i> 56	<i>Contribution</i> 37, 54	17
	0	14	1	2	
Référence au monde social	<i>Contribution</i>	<i>Contribution</i>	<i>Contribution</i>	<i>Contribution</i> 54	1
	0	0	0	1	
Référence au monde subjectif	<i>Contribution</i>	<i>Contribution</i>	<i>Contribution</i>	<i>Contribution</i>	0
	0	0	0	0	
Σ	0	14	1	3	18

Ces tableaux montrent à quel point les ISD sont différentes lors des deux temps. Dans le forum qui a servi aux participants à mieux se connaître mais aussi à contextualiser et à poser la problématique, la moitié des contributions sont intégratives et les arguments avancés font référence aux trois mondes habermassiens. Au cours de l'écriture du wiki, les contributions sont cumulatives et la très grande majorité des arguments ne fait référence qu'au seul monde objectif.

La figure VI.13 visualise ce résultat et permettra des comparaisons avec les ISD d'autres groupes. Ce graphique présente l'analyse des contributions dans l'ENT Moodle Enfa des étudiants français au cours de l'ensemble de la session V1. Sur l'axe des abscisses sont indiquées les phases de travail ; les types de discussions sont reportés en ordonnées et les figurés des marqueurs (triangles, carrés et disques) indiquent les domaines de préention à la validité des arguments. (Le graphique montre également que les ISD sont encore différentes lors de la confrontation des wikis 1 avec le groupe correspondant, nous reviendrons sur ce point dans le chapitre VII consacré aux interactions intergroupes.)

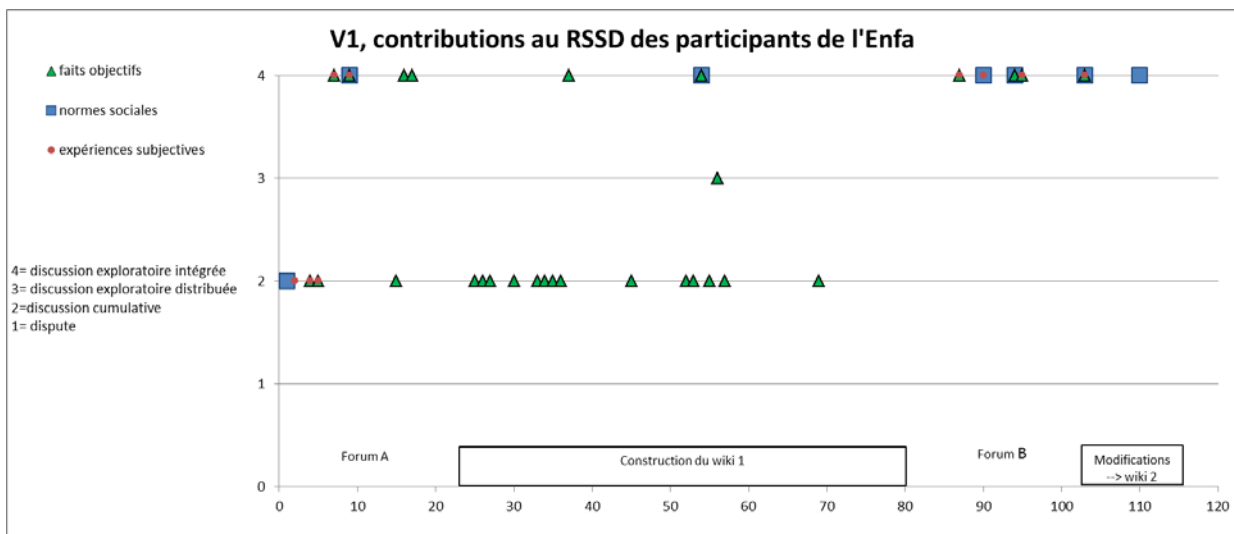


Figure VI-13 : Analyse des contributions au RSSD des étudiants du groupe V1T

On pourrait penser que l'utilisation d'une langue non maternelle est un frein à la négociation des contributions dans le wiki et c'est sans doute partiellement le cas, d'autant plus que le niveau d'anglais des étudiants était évalué à la fin de ce travail. Mais ce n'est pas la seule raison puisque des extraits ont été rédigés en français avant d'être traduits, comme par exemple celui écrit par V1T-1 (16) à propos des GES. La propension des participants au partage des tâches et leur réticence à la pondération des discours proviennent sans doute

également de la conjonction d'une « coutume » entretenue par de longues années de pratique scolaire de la restitution, et de la représentation qu'ils ont de l'outil wiki.

Nous retiendrons de ces premières analyses que les changements de dynamiques collectives peuvent être liés à l'outil interactif lui-même. Au sein de la communauté constituée par le groupe V1T, la collaboration a précédé la coopération. Les premières contributions dans l'ENT sont des échanges exploratoires leur permettant de contextualiser la question et de s'accorder sur les orientations de leurs investigations. Mais lorsque les étudiants contribuent à l'écriture des premiers wikis, c'est de manière fortement cumulative avec la juxtaposition de contributions et la distribution des tâches entre participants. Mutualisation, coopération et collaboration ne suivent pas dans ce scénario didactique la séquence chronologique décrite par Geudet et Trouche (2011, *ibid.*), les changements de dynamiques sont dus au type de support numérique utilisé.

VI.3.1.2 L'intérêt de dispositifs hybrides, exemple des groupes V3T

La comparaison de l'exemple précédent avec ceux des productions des groupes V3Ta et V3Tb, groupes également pluridisciplinaires d'étudiants de l'ENFA traitant la question de l'évolution planétaire de la consommation de viande, montre que l'effet de l'outil wiki favorisant le travail cumulatif-coopératif peut être compensé par celui d'une rencontre en présentiel du groupe. Le groupe V3Ta a bénéficié d'un court débat en présentiel (10 minutes) avant que les étudiants ne travaillent à distance, tandis que ce ne fut pas le cas du groupe V3Tb dans lequel ont été réunis des étudiants n'ayant pas pu se rendre au regroupement de début de semestre.

Les compilations de ces interactions sont en annexes n° 51 et 52. Nous avons vu avec l'exemple précédent comment les analyses des ISD peuvent être récapitulées dans des tableaux. Nous ne détaillerons pas ici les différents thèmes abordés dans les contributions au sein des groupes. Il s'agit ici très majoritairement d'écriture de parties de wiki. En utilisant ce même outil, les deux groupes ont suivi des dynamiques différentes : le travail de V3Ta a été collaboratif, celui de V3Tb (uniquement à distance) a été coopératif. En effet, dans ce groupe V3Tb, chacun n'a participé qu'une seule fois en rédigeant un passage du wiki, aucun membre du groupe ne revient sur un complément apporté ni ne le discute dans le forum. Le RSSD est finalement peu approfondi (figure VI. 18). Le groupe V3Ta, rassemblant les étudiants qui ont pu se rendre au regroupement du début de session, montre des contributions plus nombreuses

et accompagnées de commentaires dans le forum, chacun s'autorisant à modifier le texte des autres plutôt qu'à le compléter.

Tableau VI-5 : Orientation des discussions et domaine de validité des arguments dans le groupe V3Ta

	Disputes	Discussion cumulative	Discussion exploratoire distribuée	Discussion exploratoire intégrée	Σ
Référence au monde objectif	<i>Contribution</i>	<i>Contributions</i> 21, 22	<i>Contribution</i>	<i>Contributions</i> 7, 11, 18, 19, 26, 32,36	9
	0	2	0	7	
Référence au monde social	<i>Contribution</i>	<i>Contribution</i> 21	<i>Contribution</i>	<i>Contributions</i> 7, 11, 19	4
	0	1	0	3	
Référence au monde subjectif	<i>Contribution</i>	<i>Contribution</i>	<i>Contribution</i>	<i>Contribution</i> 19	1
	0	0	0	1	
Σ	0	3	0	11	14

Tableau VI-6 : Orientation des discussions et domaine de validité des arguments au cours de l'écriture du wiki 1 du groupe V3Tb

	Disputes	Discussion cumulative	Discussion exploratoire distribuée	Discussion exploratoire intégrée	Σ
Référence au monde objectif	<i>Contribution</i>	<i>Contributions</i> 2, 4, 9, 10,11	<i>Contribution</i>	<i>Contribution</i> 5	6
	0	5	0	1	
Référence au monde social	<i>Contribution</i>	<i>Contribution</i> 10	<i>Contribution</i>	<i>Contribution</i> 5	2
	0	1	0	1	
Référence au monde subjectif	<i>Contribution</i>	<i>Contribution</i> 10	<i>Contribution</i>	<i>Contribution</i> 5	2
	0	1	0	1	
Σ	0	7	0	3	10

Les deux groupes, comme V1T vu précédemment, ont favorisé dans leurs wikis les arguments se référant au monde objectif. Dans les forums, également à l'instar du groupe V1T durant sa phase d'écriture du wiki, les questions de fond ne sont pas abordées. Ce n'est ici le cas que des contributions V3Ta-3(32) et V3Ta-4 (36).

Les étudiants des groupes V3T ont essentiellement utilisé le forum pour se mettre d'accord sur la mise en forme du texte et l'organisation des travaux sur le wiki. Dans le groupe V3Tb, une seule contribution envisage des échanges :

V3Tb (1)

bonjour, si j'ai bien compris pour les réactions c'est ici sur le forum et pour écrire c'est sur le wiki. je propose que l'on se mette tous à écrire sur le wiki en essayant de donner des éléments de réponse aux questions posées et on verra après (peut être ici sur le forum) pour les corrections, la mise en page...

Aucune réponse n'a été apportée à ce message.

Mais dans le groupe V3Ta, chaque contribution au wiki est accompagnée dans le forum de messages incitant le groupe à réagir :

V3Ta-2 (8)

bonjour tout le monde, J'ai écrit un petit texte dans notre wiki pour voir si ça fonctionne bien...Dites moi ça vous arrivez à me lire... ^^ merci PS : ce que j'ai écrit est un essaie, vous pouvez effacer ou rayer si ça ne vous conviens pas!

V3Ta-4 (9)

Bonjour! Merci V3Ta-2 de t'être jetée à l'eau pour commencer ce wiki, j'ai aussi écrit quelque chose, je vais essayer de l'incorporer sans être redondante, sachant que comme toi, j'ai aussi écrit un "début". Mais maintenant, on pourra se compléter, ce sera plus simple. A bientôt!

V3Ta-1 (20)

Salut à tous, j'ai rajouté quelques trucs et essayer de titrer. J'ai pas forcément suivi les questions à la lettre... qu'en pensez-vous?

V3Ta-3 (27)

Salut, Je préfère que le paragraphe "les non mangeurs de viande" reste au début. Donc si tous le monde est d'accord, ont arrange sa (et on supprime tous ce qui est barré). aussi, j'ai vu qu'il y a un grand désordre dans la biblio, sa ne se suit pas dans le texte!!! et la référence 7 manque à la fin!!! Concernant la question 5, je ne vois pas comment on peut y répondre vu qu'il n'y pas eu un grand débat entre nous!! Ce qui est

pénalisant. Je propose une réunion sur illuminate pour que tous le monde donnent sont avis. qu'en dite vous??

à bientôt

Le groupe V3Ta a développé des discussions exploratoires intégrées (11 des 14 arguments, alors que ce n'est le cas que de 3 sur les 10 du groupe V3Tb). Cela se traduit par un enrichissement progressif des rubriques de leur wiki auxquelles plusieurs participants contribuent sans s'interdire de modifier, déplacer et reformuler les contributions précédentes. Dans l'historique du wiki, il est à noter que la structuration n'est mise en place par V3Ta-3(22) qu'après de nombreux échanges, et que toutes les pistes ouvertes par les différents contributeurs sont suivies par le collectif. Le RSSD se déploie dans des paragraphes dont l'écriture n'est pas dévolue à un participant particulier.

L'exemple du suivi de la contribution V3Ta-2 (7) montre ce déploiement du RSSD collectif : une partie du texte sur la vivacité actuelle de la QSVE a été reformulée par V3Ta-4 (11) puis déplacée par V3Ta-3(22) dans l'introduction, celle sur l'ancienneté de la consommation de viande par l'espèce humaine a été complétée par V3Ta-4(11) puis a constitué le paragraphe 1. Les autres pistes ont ouvert la construction du paragraphe 2 dans lequel chacun a développé et approfondi les explorations en fonction de sa spécialité (V3Ta-1 a par exemple approfondi les aspects socioéconomiques).



Figure VI-14: Contributions des étudiants du groupe V3Ta à la construction du paragraphe 2: la consommation de viande et les acteurs concernés

De telles interactions n'ont pas été observées dans le groupe V1T, et nous avons précédemment émis l'hypothèse que la difficulté à rédiger en anglais y était pour beaucoup. Pourtant le groupe V3Tb n'a pas eu à affronter cette difficulté et il a tout de même privilégié la coopération plutôt que la collaboration.

Le court temps de présentiel (un *brainstorming* de 12 minutes) dont a bénéficié le groupe V3T semble avoir été déterminant dans la dynamique du groupe. Ce groupe V3Ta est celui qui a privilégié la dynamique collaborative avec des contributions exploratoires-

intégratives. C'est aussi celui qui a le plus poussé son RSSD, en particulier dans les dimensions P, I et K.

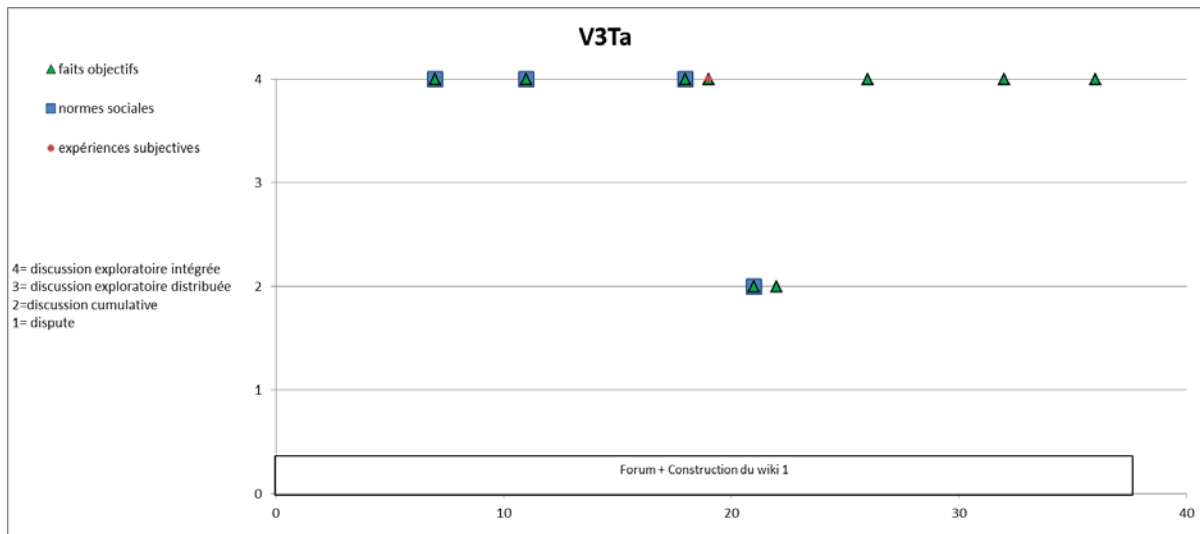


Figure VI-15 : ISD des étudiants du groupe V3Ta

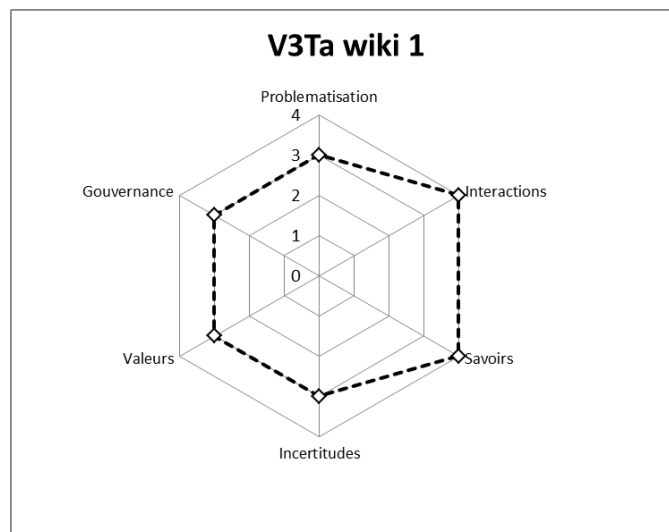


Figure VI-16 : RSSD des étudiants du groupe V3Ta

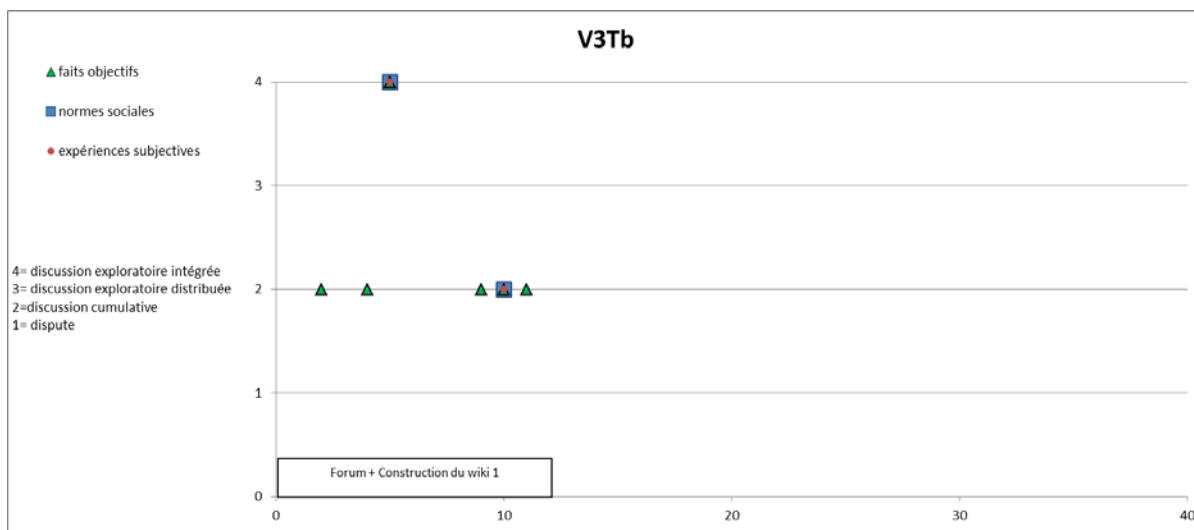


Figure VI-17 : ISD des étudiants du groupe V3Tb

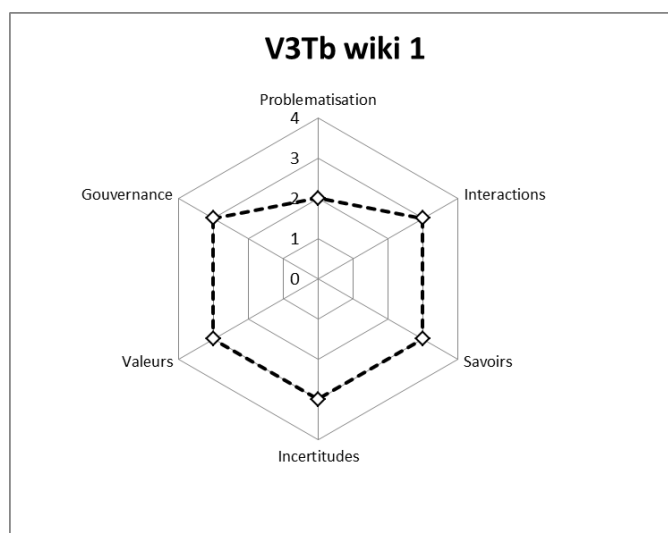


Figure VI-18 : RSSD des étudiants du groupe V3Ta

Dans les groupes pluridisciplinaires dont nous venons d’analyser les ISD, nous observons que l’effet de l’outil wiki qui incite à la coopération plus qu’à la collaboration peut être compensé par un temps de présentiel au cours duquel le groupe se constitue physiquement. Cette observation rejoint les conclusions convergentes de nombreuses publications à propos des Formations Ouvertes A Distance (Thibert, 2012)¹⁶⁴. L’e-learning peut faire progresser les apprentissages (ici l’approfondissement des RSSD) par les dispositifs pédagogiques qu’il rend possible en créant des communautés d’apprentissage, mais il ne constitue pas une alternative au présentiel. Les dispositifs les plus efficaces sont hybrides, les

¹⁶⁴ Une étude réalisée entre 1996 et 2008 (essentiellement pour le supérieur) indique que les instructions qui combinent le travail à distance et le travail en présentiel sont plus efficaces (blended learning) (Means et al. , 2009 cités par Thibert, 2012)

outils numériques ayant le mérite d’abolir les distances physiques mais ne devant pas creuser un fossé relationnel entre les individus (Devauchelle, 2013).

VI.3.2 Mise à distance et engagement

Les questions environnementales que nous proposons aux étudiants sont socialement vives, ce qui rend d’autant plus nécessaire la prise de recul pour développer un RSSD. Nous verrons avec les trois exemples suivants, pour lesquels nous avons sélectionné trois groupes abordant chacun une des trois QSVE, que la réflexion sur la distance affective adéquate à maintenir avec l’objet de l’étude (qui renvoie aux questions de constitution des groupes et de contextualisation des situations-problèmes) doit être prise en compte pour comprendre le développement des RSSD. Cette distance affective influence le type d’ISD : trop courte, elle conduit à un engagement tellement fort qu’il peut empêcher la décentration permettant l’écoute mutuelle, l’approche scientifique et la réflexion rationnelle ; trop grande elle conduit à une neutralité froide et à un manque d’authenticité des argumentations inappropriés à la réflexion sur les dynamiques des socio-écosystèmes.

VI.3.2.1 L’implication dans une QSVE locale, limite du RSSD collectif ? Exemple du groupe A1T

Les interactions socio-discursives du groupe A1T (la compilation des discussions est en annexe 53) montrent qu’une dynamique cumulative ne permettant pas le développement de RSSD approfondi peut être substituée à une dynamique exploratoire-intégrative lorsqu’un participant témoigne d’une implication très forte dans la situation-problème. Il en résulte un RSSD très limité.

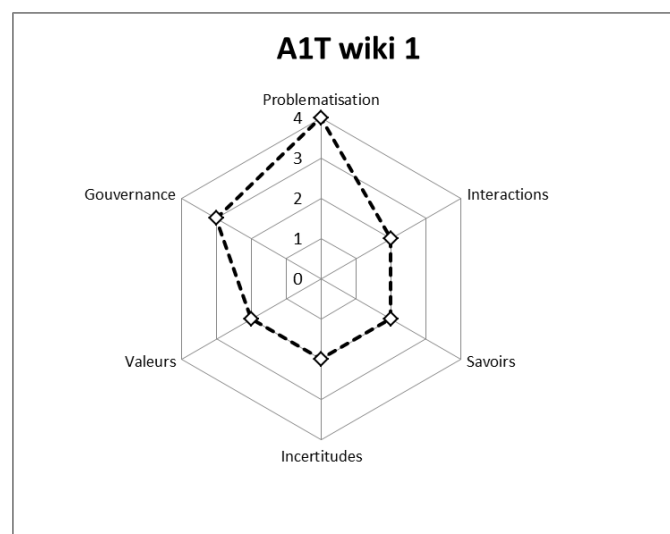


Figure VI-19 : RSSD des étudiants du groupe A1T

Il s'agit de la QSVE des marées vertes en Bretagne et d'un groupe de l'ENFA de Toulouse dans lequel se trouvent non seulement des étudiants spécialisés en production animale mais également deux étudiants bretons (A1T- 2 et A1T-3).

La première contribution est directement dans le wiki, A1T-1 n'ayant pas choisi d'utiliser le forum pour des échanges de références documentaires ou de points de vue sur l'organisation . Cette contribution est tout à fait neutre, A1T-1 abordant la QSVE à partir de la revue de presse en présentant les positions des deux « camps » qui se sont opposés lors des manifestations sur la plage. Elle ne remet pas en question la responsabilité des agriculteurs qui lui semble acquise, et n'identifie pas les organisations militantes qu'elle nomme « *people* », les assimilant à la population en général :

A1T-1 (2) :

This is a controversial topic because on the one hand people tend to accuse breton farmers of being responsible of this plague and on the other hand farmers try to reduce their ecological impact by reducing the quantities of chemical products or by using them more efficiently.

Le deuxième élément qu'elle souligne ne vient pas de la revue de presse, mais la prolonge en insistant sur la vivacité médiatico-juridique de cette controverse : A1T-1 présente la plainte du conseil général de la Bretagne contre la fédération France Nature Environnement à propos d'une campagne d'affichage parisienne à l'occasion du salon de l'agriculture. Elle complète sa contribution en mettant l'accent sur les dangers des algues vertes et rappelle l'asphyxie en 2009 d'un cheval sur une plage envahie par les algues échouées.

C'est A1T-2 (5) qui commence à structurer le wiki en intégrant les contributions d'A1T-1 dans le plan proposé et en posant le problème tel qu'il le perçoit. Remarquons qu'A1T-2 au début de ce travail se positionne en tant qu'enseignant en lycée agricole :

*For ages, farmers were centred around the productivity. Today, there is the role of the formation to change mentalities, to increase public awareness of environmental issue.
How product better?*

Bien que ce travail constitue comme celui du groupe V1T une partie de l'Unité d'Enseignement d'anglais, A1T-2 (5) et A1T-1(6) co-construisent leur texte et n'hésitent pas à modifier, reformuler, compléter leurs contributions mutuelles. Ils s'engagent dans un travail collaboratif distancié, qui vise à rendre compte de l'état de la controverse animée par les acteurs locaux. Mais quand A1T-3 (7) s'intègre dans le groupe, c'est avec une toute autre approche : « *In real Bretonne i selected green algae theme !!!* ». Elle indique dans le wiki qu'elle est passionnée par le débat et demande dans le forum des commentaires.

L'introduction qu'elle propose au wiki est orientée très différemment de l'approche d'A1T-1 et A1T-2 : elle assène une série de chiffres et de « données » en dénonçant vivement la production intensive de porc en Bretagne. A1T-1 n'a pas modifié ce texte et n'a pas apporté de commentaire sur le forum. A1T-2, qui est breton comme A1T-3, n'a pas non plus modifié ce texte, et a changé de posture. Il ne se positionne plus du tout comme formateur d'agriculteur :

A1T-2 (13)

I remember swimming and fishing front of the river, this was a very important place where every child went after school. I remember when sundays we went with my family to the sea smelling the good air and seeing the beautiful landscape. It was few years ago...

Today when I come back to the river, this is deserted! Any child but one notice board who bans water's activities. When I come back near the sea, it changes completely! The smell is unenjoyable and walking on the beach is somewhere not possible. I'm a young Britain (Breton) who doesn't understand where is my river and where is the sea. Who can explain me what it was happened?

À partir de ce moment A1T-3 prend en charge le wiki. Elle le complète avec une sélection de données scientifiques, dont la carte des surfaces de littoral (2008) couverte par les algues vertes et les effets d'émanations de sulfure d'hydrogène par les algues en décomposition. Nous n'observons plus de co-construction de phrases, mais uniquement des déplacements d'extraits (copier/coller). En revanche, des images-choc sont insérées dans le texte. La contribution du quatrième participant, A1T-4 (21), viendra se juxtaposer à la fin. A1T-4 y introduit le doute « *There is a lack of certitude about the impact on human health* » et reprend à son compte des principes pour l'action énoncés dans le plan gouvernemental : « *- adopt a language of truth: to admit, in total transparency, the importance of the problem, its causes and consequences-avoid blame: the approach must be collective and constructive, without conviction of a class of actors -come out on top: an awareness and a real transformation of agricultural systems and foods are necessary-work in collaboration with the politics and all regional and local actors concerned (communities, farmers, associations, food industries, tourism...)* » Là encore, personne ne modifiera ni ne réagira à cet apport.

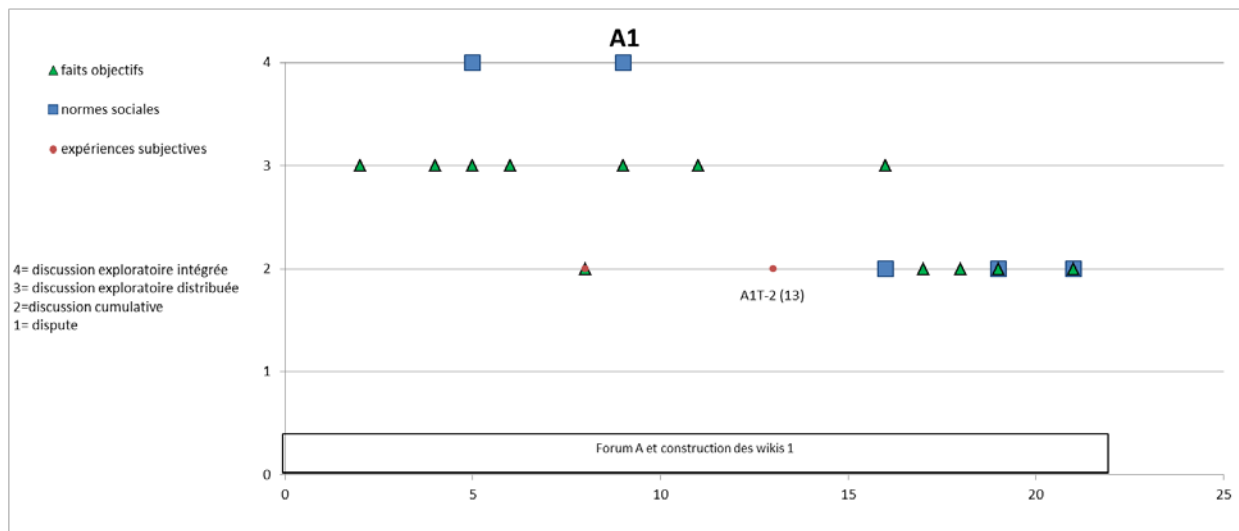


Figure VI-20 : Analyse des contributions au RSSD des étudiants du groupe A1T lors de la construction du wiki 1

Après la recherche de neutralité d'A1T-1 et A1T-2, dans une dynamique exploratoire intégrative qui autorisait une co-construction du texte, le wiki est devenu une juxtaposition d'éléments non questionnés lorsque la charge émotionnelle est devenue plus grande. A1T-1 s'est retranchée dans le silence, et quand A1T-4 a orienté la réflexion sur les principes d'actions qui ne vont pas dans le même sens qu'A1T-3, celle-ci n'a pas réagi.

Cet exemple montre que le dispositif wiki + forum ne permet pas facilement de gérer la vivacité des QSVE. Il apparaît également que la stratégie communément adoptée en EDD, qui consiste à ancrer les investigations dans le milieu local, a aussi des limites. L'agir dramaturgique habermassien (cf. IV.2.3) qu'ont choisi A1T-2 et A1T-3 a interrompu la dynamique collaborative qui se mettait en place.

VI.3.2.2 La posture de neutralité, autre limite du RSSD collectif. Exemple du groupe E5L

Nous venons de voir que le traitement d'une QSVE locale par des étudiants locaux fortement engagés peut faire basculer les discussions exploratoires dans une dynamique cumulative et aboutir à une réduction du RSSD. Avec l'exemple du groupe E5L, un groupe d'étudiants lyonnais traitant le cas de l'approvisionnement en eau potable de la région de Melbourne, il s'agit cette fois d'une QSVE locale mais traitée par des personnes non impliquées dans ce contexte précis. L'autre particularité de ce groupe E5L est d'être

homogène quant à l'origine disciplinaire des participants qui sont tous de futurs enseignants de SVT. L'annexe 54 rapporte l'historique de leurs contributions¹⁶⁵.

Nous observons (figure VI.21) dans le forum de nombreuses contributions exploratoires avant l'écriture dans le wiki. La dynamique d'échanges dans ce groupe est comparable à celle que nous avons identifiée avec le groupe V1T (les codages des RSSD de ces deux groupes sont d'ailleurs identiques). Nous observons effectivement, dans la phase d'écriture du wiki, principalement des contributions cumulatives et des explorations distribuées, en contraste avec les discussions exploratoires intégratives des premiers échanges au cours desquels le forum est utilisé par les étudiants pour définir collectivement l'objet de leurs investigations.

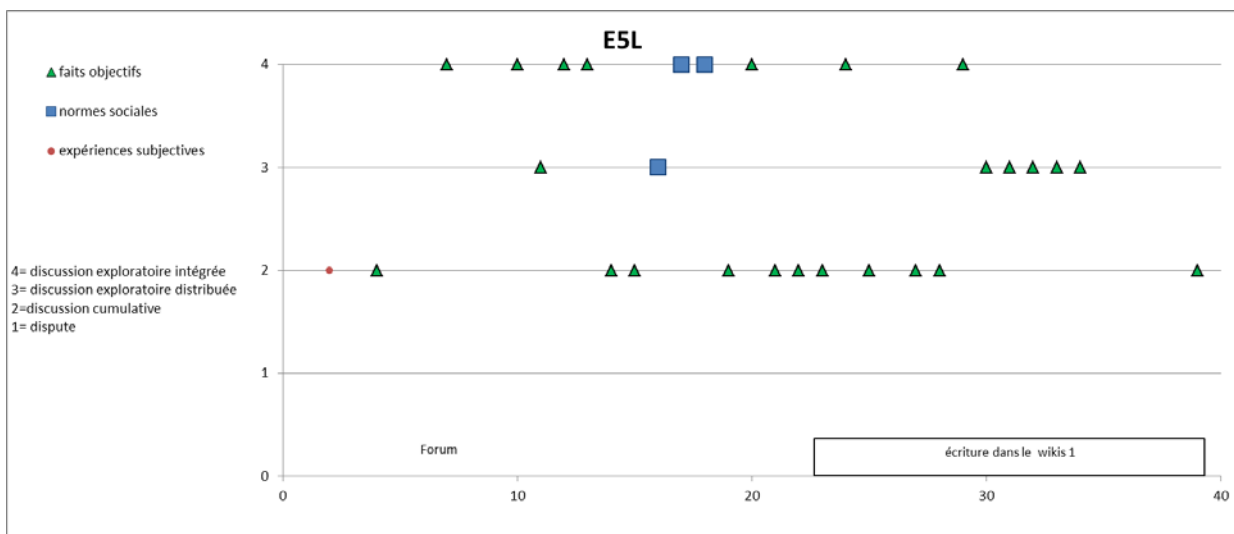


Figure VI-21 : Analyse des contributions au RSSD des étudiants du groupe E5L lors de la construction du wiki 1

Pendant le premier temps, le groupe a utilisé le forum pour s'accorder sur la manière d'aborder la QSVE :

E5L-1 (7)

[...] je ne sais pas si le sujet que l'on doit développer est seulement sur le désalement où s'il faut envisager d'autres pistes de recherches, d'autres solution au manque d'eau ??Sinon, j'ai lu tes articles, ils sont bien mais très critique non ?? Notre but est-il de trouver des solutions au manque d'eau ou développer le sujet de la dessalinisation, si on est dans le second cas, ces articles vont très bien. [...]

E5L-2 (12)

¹⁶⁵ Afin de ne pas surcharger inutilement ces annexes, nous n'avons pas reporté les écritures dans le wiki après la vingt-sixième contribution car elles correspondent au dépôt de textes qui n'ont pas été modifiés et qui sont donc en l'état dans le wiki en annexe n°41. La figure VI.21 indique toutefois les codages de l'ensemble des contributions.

je me demandais s'il ne fallait pas discuter du caractère quasi obligatoire de certains pays comme ceux du Moyen Orient de recourir à ces technologies..et donc de relativiser les solutions proposées, en terme d'économie de gaspillage etc..qui ne seraient jamais applicables partout..?

E5L-1 (13)

Je parlais là dessus avec mon anecdote du premier post...mais il ne faut pas oublier que l'on doit proposer des solutions que ce soit pour ou contre la dessalinisation et que vu que certains pays n'ont recours à de l'eau douce qu'avec ces usines, qu'est ce qu'on peut proposer d'autre pour ces pays ??

E5L-3 (17)

ce serait un peu "illusoire et prétentieux" de notre part de penser pouvoir proposer UNE solution à ces pays...

je voulais pointer du doigt le caractère sociétal de cette ressource dont les questions/les problèmes se posent à plusieurs niveaux..donc les solutions devront être adaptées à la taille des problèmes posés. [...]

De telles contributions prennent place surtout avant la distribution des tâches, c'est-à-dire avant la dévolution de l'écriture des différents paragraphes aux différents participants par la contribution E5L-4 (26). L'organisation qui a été retenue correspond à celle proposée par E5L-2 (10)

Afin de savoir si le dessalement de l'eau de mer est une solution, il faut évaluer les avantages et les inconvénients tant en terme de coûts/bénéfices socio-économiques que sur l'impact écologique. Après cette évaluation chiffrée, il faudrait alors établir un comparatif par rapport aux autres procédés de production d'eau douce (réservoir à eau de pluie...) ou aux diverses techniques de dessalement d'eau de mer (techniques par distillation et osmose inverse)

Cette organisation a été adoptée tôt et sans difficulté par les étudiants. Le groupe a en effet privilégié une approche distanciée et technique, ce qui se traduit par la très faible part des argumentations se référant à des points de vue personnels, des expériences subjectives et/ou des normes sociales. Les participants optent pour une rationalité instrumentale, ne s'autorisant pas d'explorer certaines pistes :

E5L-1 (18)

[...] on n'a pas le droit de critiquer les usines de dessalinisation car pour certains pays, cette solution est la seule qui leur permet d'avoir accès à de l'eau douce.

Je ne sais pas trop mais pour ma part je suis prête à discuter de la dessalinisation dans un premier temps (avantages et inconvénients) puis proposer d'autres solutions pour combler ce manque d'eau douce dans le monde...Non ??

A la question d'E5L-3 (24) « *Je rajoute enjeux sociétaux : besoin de dvt économique ?* », il n'y a pas eu de réponse.

Bien qu'ayant mis en place une dynamique de collaboration au moins durant la phase de négociation de la problématisation, ce groupe n'a semble-t-il pas estimé que ses investigations étaient suffisantes pour aboutir à une conclusion collective. Les étudiants n'ont finalement pas négocié de réponse à la QSVE, et leur RSSD n'atteint le niveau 4 d'approfondissement dans aucune dimension analysée (figure VI.22).

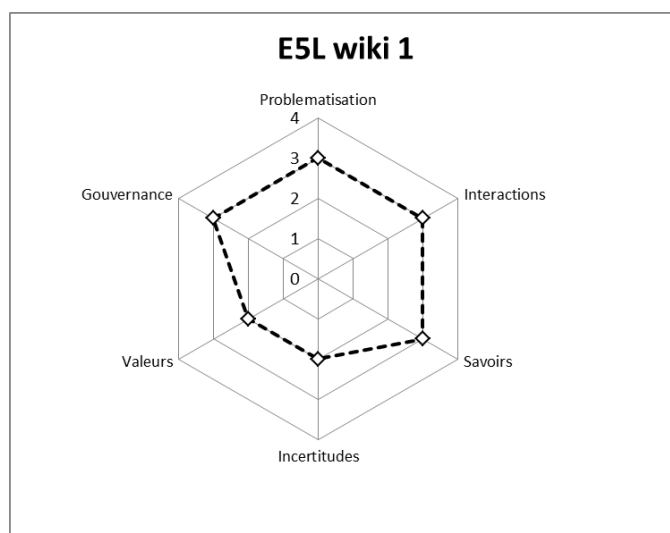


Figure VI-22 : RSSD des étudiants du groupe E5L, wiki 1

Le partage d'un arrière-plan culturel dans ce groupe d'étudiants ayant en commun leur parcours universitaire leur a permis de ne pas éprouver de difficultés à mettre en place une dynamique exploratoire pour traiter cette QSVE distante. Une telle dynamique exploratoire est, nous l'avons vu précédemment, nécessaire à l'approfondissement des RSSD. Elle ne s'avère pourtant pas suffisante. En effet, en adoptant spontanément une posture de spécialistes peu impliqués dans la controverse, l'avantage procuré par le partage d'une culture commune s'avère aussi un frein à l'approfondissement du RSSD en ce qu'il ne favorise pas l'élargissement des réflexions aux dimensions sociales et économiques de la QSVE.

VI.3.2.3 Des contributions « hors-cadre » et pourtant déterminantes. Exemple du groupe V2Lb

L'exemple du groupe V2Lb révèle à notre sens l'intérêt qu'il peut y avoir à bousculer quelque peu la dynamique d'un groupe s'installant paisiblement dans la quiétude procurée par la neutralité d'une approche peu engagée.

Durant la session 2, les étudiants lyonnais en SVT ont été séparés en 6 groupes, dont deux (V2La et V2Lb) ont travaillé sur la QSVE de la consommation de viande. Les étudiants étaient ensemble pour une après-midi (14H-17H) dans une même salle informatique et n'ont pas eu à utiliser le forum pour discuter pendant la construction du wiki 1. Nos analyses portent par conséquent sur l'historique des wikis (annexe 55) dans lequel nous assistons à l'écriture progressive des paragraphes correspondant aux différentes rubriques.

Les premières contributions de V2Lb-1 et V2Lb-2 (de 14H55 à 15H51) concernent, sans surprise de la part d'étudiants en SVT, les effets environnementaux de l'élevage et l'importance de la consommation de protéines dans l'équilibre alimentaire. La question de la deuxième rubrique « Que nous apprennent les acteurs concernés ? » a conduit les étudiants à éclairer différents points de vue scientifiques sur ces deux aspects, puis les contributions enregistrées montrent que le groupe se concentre sur la recherche d'apports protéinés alternatifs. A la fin de cette première heure (15H52), V2Lb-3 écrit pour la première fois. Sa contribution paraît légèrement décalée en ce qu'elle multiplie les perspectives sur la QSVE et ouvre des pistes nouvelles : V2Lb-3 reprend en effet la deuxième rubrique et s'autorise à présenter des acteurs non-scientifiques (« la population », « les associations », les agriculteurs), à considérer les opinions, les « religions ».

V2Lb-3 (11)

[...] la population: il existe des opinions diverses suivant les catégories socioprofessionnels, l'éducation, la dualité milieu urbain/rural, l'opinion politique, végétarien/végétalien/"carnassier". manger de la viande=effort financier, prestige social.par quoi on remplace la viande si on ne mange pas de viande????? [...]

Les religions: suivant les différents rites religieux, il y aura des différences[...]

V2Lb-1 et V2Lb-2 de leur côté continuent à explorer (contributions 12 à 18) pendant le quart d'heure suivant les alimentations protéinées envisageables telles que la consommation de spiruline. A 16H11, V2Lb -3 (19) revient à la charge avec une argumentation engagée en insistant sur la vivacité de la controverse. Cette contribution se démarque des autres par son caractère engagé et en ce qu'elle ne relie pas seulement des faits par la logique, mais considère aussi la conformité des pratiques à des normes sociales, et exprime de plus la

subjectivité de l’auteure qui témoigne de son ressenti. Le tableau VI.7 en présente notre lecture, sur le modèle que nous utiliserons pour d’autres contributions déterminantes dans le chapitre suivant, c’est-à-dire en identifiant les domaines de prétention à la validité des arguments dans les trois mondes habermassiens.

Tableau VI-7 : Opinion raisonnée et domaines de validité des arguments : V2Lb-3 (19)

<u>V2Lb-3 (19):</u>	Faits, fondement pragmatique, par référence au monde objectif	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Cette question est sensible vis-à-vis des divers acteurs socioprofessionnels</i> - <i>Ce que l'on peut dire c'est que ces associations à l'instar du gouvernement cherche des solutions.</i> - <i>l'annihilation des visions subjectives issues des politiques, des associations, de comment l'information est présentée par les médias...réduise dans certain cas l'esprit critique de certaines personnes.</i>
	Normes, fondement déontique, par référence au monde social	<ul style="list-style-type: none"> - <i>les politiques économiques du gouvernement actuel ont une priorité sur la rentabilité à travers l'obtention de profits à tout prix!!</i> - <i>L'appréciation de l'Humain et la volonté mercantile des entreprises ne peuvent en aucun cas être en accord.</i>
	Expériences vécues, perceptions affectives, par référence au monde subjectif	<ul style="list-style-type: none"> - <i>je pense qu'il y a un manque notable dans la transmission des informations via les médias ou divers supports informatifs. ceux-ci ne permettent pas dans l'ensemble une compréhension objective du sujet.</i> - <i>les politiques sociales ne sont qu'une couverture de l'Etat dans la non transmission des informations.</i>
	Opinion raisonnée	<ul style="list-style-type: none"> - <i>il faudrait trouver un juste milieu entre besoin des populations / l'intérêt économique / préservation de l'environnement.</i> - <i>il faudrait changer notre mode de consommation et de mode alimentaire pour revenir à des cultures et des consommations locales.</i>

Après cette contribution, les apports au wiki ne sont plus cumulatifs mais expriment tous les réflexions d’une exploration intégrée (figure VI.23). Les autres participants s’approprient les éléments de l’argumentation de V2Lb-3 :

V2Lb-2 (20)

Il y a une politique actuelle de profit dans la société capitaliste qui ne correspond pas aux besoins de la planète, et celle-ci est soutenue par certains politiques

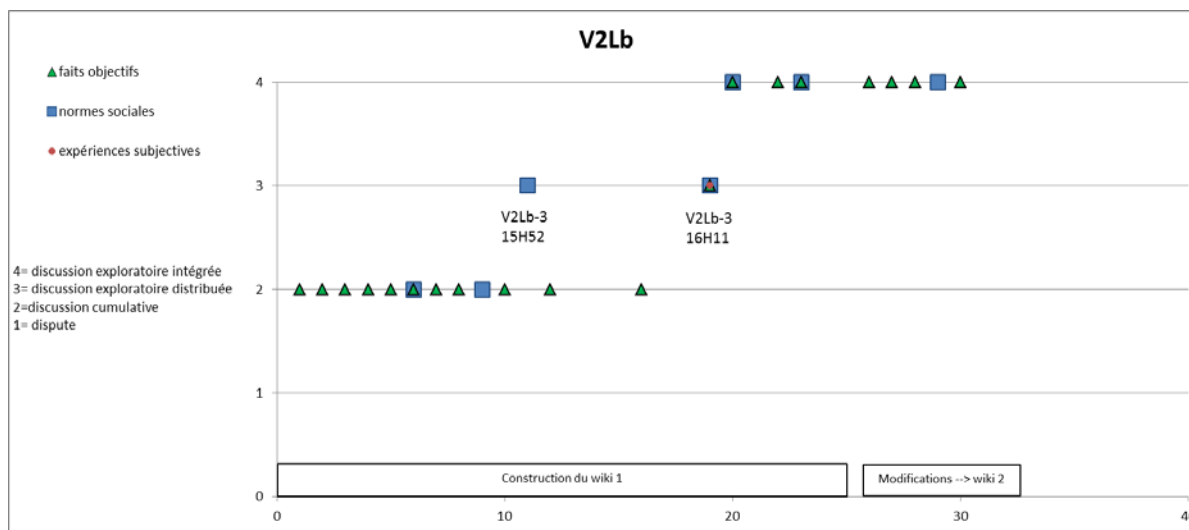


Figure VI-23 : Analyse des contributions au RSSD des étudiants du groupe V2Lb lors de la construction du wiki 1

Le RSSD du groupe est réorienté. De l'approche des questions de diététique et d'épuisement des ressources, qui ne demandaient pas aux étudiants de se positionner en tant qu'acteurs, des réflexions critiques se développent, par exemple sur les effets de transformation de la filière agroalimentaire sur les emplois, ou sur le rôle du système éducatif dans lequel ils seront partie prenante en tant que futurs enseignants :

V2Lb-2 (23)

L'accent dans le système éducatif sur les dangers de la surproduction et surconsommation de viande doit aussi être mis en place. Cela s'inscrirait dans l'Education au développement durable, qui permet aux jeunes d'avoir une conscience sociale et de mieux être acteurs de la société. La viande ne doit pas être le seul élément de cette partie éducative, mais cela doit s'inscrire dans un ensemble : pas la peine de diaboliser la consommation de viande car cela risquerait d'entraîner un arrêt complet de cette consommation, ce qui n'est pas souhaitable, car la viande contient des nutriments essentiels à la croissance, aux femmes enceintes et aux autres individus en général.

L'évolution des ISD dans ce groupe montre qu'une perturbation de l'organisation implicite d'un groupe, dans lequel le partage d'un arrière-plan culturel n'entraîne pas une réflexion nourrie quant à la complexité des QSVE, peut s'avérer féconde. Elle peut en effet être de nature à remettre en question ce qui semblait aller de soi, et élargir le champ des explorations.

Bilan

Les analyses des ISD à l'aide de l'adaptation de la typologie des discussions proposée par Mercer et de l'identification des domaines de prétention à la validité des arguments avancés révèlent un point de vigilance à considérer dans la construction de scénarios didactiques visant l'approfondissement collectif de RSSD. Nous observons que ces approfondissements sont associés aux dynamiques prenant place au sein des groupes.

Les collectifs doivent trouver un équilibre entre les activités d'investigations individuelles permettant la mutualisation d'informations, et le traitement collaboratif de ces informations. Celui-ci nécessite une organisation collaborative. Le dépassement des juxtapositions cumulatives d'éléments non-discutés, ou des explorations distribuées, au profit des explorations intégratives, s'avère associé à la négociation de principes organisateurs (Doise, 1990 *ibid.*), structurant conjointement l'objet du débat et le débat lui-même en suggérant les questions posées. Cette étape de négociation est critique. Elle peut se jouer dans un forum à distance pour les groupes homogènes en termes de filière universitaire d'origine dont les participants partagent un arrière-plan culturel implicite, ou lorsque les étudiants d'une même région travaillent sur une situation locale, mais elle est facilitée par le présentiel lorsque les groupes sont mixtes. Pourtant, d'un point de vue pragmatique et dans la visée de faire interagir des participants d'origines géographiques et/ou disciplinaires multiples, il est plus réaliste de concevoir des scénarios hybrides.

La mise en œuvre de stratégies didactiques visant à favoriser une expertise collégiale se trouve alors en tension entre deux antagonismes : le regroupement de participants partageant un arrière-plan culturel (*habitus* disciplinaire, connaissance commune du contexte particulier) favorise l'orientation intégrative des explorations, mais elle risque de renforcer les postures et de conduire à privilégier des approches réductrices de la complexité intrinsèque des QSVE en occultant certaines facettes des situations-problèmes ; le regroupement de participants d'origines diverses permet lui une approche plus complète des multiples aspects de la QSVE, mais peut aussi conduire à la juxtaposition d'approches non intégrées lorsque le travail coopératif l'emporte sur le travail collaboratif.

Si l'adoption d'un principe organisateur du travail collaboratif est une étape nécessaire devant retenir l'attention des formateurs, nous observons également que lorsqu'un participant s'autorise à remettre en question le principe organisateur plus ou moins explicitement adopté, sa contribution peut inhiber ou potentialiser le RSSD. Parce qu'il apparaît que les

apprentissages de RSSD peuvent gagner à ce que les principes organisateurs soient remis en question au cours des échanges, nous nous attacherons au chapitre VII à déterminer la nature des dérangements socio-épistémologiques que les groupes peuvent rendre féconds.

Chapitre VII : Confrontations et approfondissements de RSSD

Au chapitre précédent, nous avons apporté des éléments de réponses aux questions de recherche n°1 (les effets de la contextualisation des QSVE et les influences des *habitus* disciplinaires sur les RSSD produits) et n° 2 (les relations entre les instruments numériques utilisés, les dynamiques collectives, et les approfondissements de RSSD). Les analyses des ISD durant la construction collective des wikis 1 ont montré l'importance des négociations de principes organisateurs du travail collaboratif. Ils permettent de trouver un accord au sein des groupes, sinon sur des points de vue partagés, au moins sur les questions autour desquelles s'organisent ces points de vue. Les analyses des wikis 1, en faisant apparaître une majorité de niveaux 3 sur les 4 niveaux de notre modèle, ont en outre établi que les approfondissements des RSSD pouvaient être poussés davantage. Nous nous attacherons dans ce chapitre à notre troisième question de recherche : Comment les collectifs négocient-ils la diversité des approches et qu'apportent aux RSSD les dérangements socio-épistémologiques occasionnés par les rencontres interculturelles ? Les wikis 2 étant les produits des négociations dans chaque groupe et des discussions entre les groupes correspondants, les modifications aboutissant aux wikis 2 révèlent les évolutions des RSSD liés aux échanges intergroupes. Nous examinerons dans quelle mesure ces échanges ont été fructueux, c'est-à-dire ont permis aux groupes d'atteindre ou de s'approcher du niveau 4 des RSSD.

VII.1 Des évolutions de RSSD liées à la diversité des approches

Les confrontations peuvent conduire des groupes à compléter leur wiki 1 par emprunt d'idées dans le wiki des correspondants, selon une orientation cumulative dans une dynamique de coopération. Nous verrons que ces cas de figure ne provoquent qu'un faible approfondissement des RSSD. Les approfondissements substantiels des RSSD sont réalisés lorsque les groupes d'auteurs discutent des aspects thématiques en argumentant des opinions raisonnées, la seule confrontation des wikis ne suffisant pas à remettre en question les RSSD. Il eut par ailleurs été possible que les échanges entre groupes renforcent chacun dans la position qu'il avait initialement adoptée ; ce ne fut pas le cas.

Certaines discussions dans les forums internationaux ont été propices à la décentration requise pour l'approfondissement des RSSD au niveau 4, nous étudierons la nature des argumentations qui y sont développées. Elles ont permis de remettre en question les principes organisateurs premiers, et les RSSD ont alors été repris par les étudiants pour prendre en compte les multiples positions et les intégrer dans une compréhension plus approfondie de la

complexité des situations-problèmes. Nous verrons que l'analyse des argumentations développées permet de distinguer des « fils de discussions opérants », c'est-à-dire portant sur un thème pour lequel des approfondissements des RSSD apparaissent dans les wikis 2, et des « fils de discussions inopérants ». La différence entre ces fils de discussions tient aux types de justifications des arguments.

Réunir les conditions permettant des échanges intergroupes fructueux nécessite que les participants soient suffisamment nombreux, aient aux mêmes périodes rédigé des wikis 1, soient disponibles et disposés à remettre en question leurs premiers raisonnements. Bien que le scénario didactique ait été le même pour tous les groupes, ils n'ont pas tous bénéficié des mêmes conditions (cf. paragraphe V.1.6 et tableau V.2), et ne se sont pas tous engagés à la même hauteur dans les activités. Les étudiants australiens de la première session étaient des volontaires accomplissant un travail supplémentaire hors du cadre de leur formation, qui nous a permis d'amorcer cette recherche. Ils ont rédigé un premier wiki et ont participé aux forums internationaux, mais n'ont pas souhaité rédiger une seconde version de leur wiki. Dans cette session, seuls les groupes d'étudiants de l'ENFA (V1T, et E1T) ont négocié une version 2 de leurs wikis. Le groupe A1T n'ayant eu que peu d'échanges avec leur correspondante australienne n'est pas revenu sur son premier wiki. Les groupes V1T et E1T ont effectivement retravaillé leurs wikis 1 à l'issue de forums intergroupes dans lesquels les discussions sont exploratoires et intégratives (cf. annexe n°8, figure VI.13 et annexe n° 49). Lors de la deuxième session, les étudiants lyonnais ont produit des wikis 2 et échangé des commentaires de wikis 1 (cf. annexes 11 à 16). Les étudiants de la troisième session n'ont pas développé d'interactions entre groupes et n'ont rédigé qu'une seule version de leurs wikis. Les forums des sessions 4 et 5 (V4L-V4M en annexe n° 56 ; E4L-E4M en annexe n°57 ; V5L-V5M en annexe n° 58 ; E5L-E5M en annexe n°59) ont été animés et chacun des huit groupes a rédigé un wiki 2. Nous sommes donc en mesure d'analyser les forums internationaux des sessions 1, 4 et 5, ainsi que seize wikis 2, dont les RSSD sont codés dans le tableau VII.1.

Tableau VII-1 : codages des wikis 2

Comme dans le tableau 6.1, les lettres P, I, K, U, V et G correspondent aux six dimensions du RSSD dont nous avons retenu les initiales en anglais afin d'éviter la confusion entre Interactions et incertitudes (Uncertainties).

	V							E							A	
	V1T	V2La	V2Lb	V4L	V4M	V5L	V5M	E1T	E2La	E2Lb	E4L	E4M	E5L	E5M	A2La	A2Lb
P	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3
I	3	3	3	4	4	4	4	3	4	2	4	4	3	4	4	4
K	3	3	3	4	4	3	4	3	4	3	3	4	3	4	3	3
U	2	3	2	4	4	3	4	3	3	3	3	4	3	4	3	4
V	2	3	3	2	3	3	4	2	2	2	2	4	2	3	2	3
G	3	2	4	4	4	4	4	2	2	1	3	2	3	3	2	2
Σ	16	17	18	22	22	20	24	16	18	14	18	21	18	21	17	19

Notre premier constat est que le quatrième niveau d'approfondissement est plus fréquemment atteint que dans les wikis 1. De fait, il constitue un tiers des codages toutes dimensions confondues.

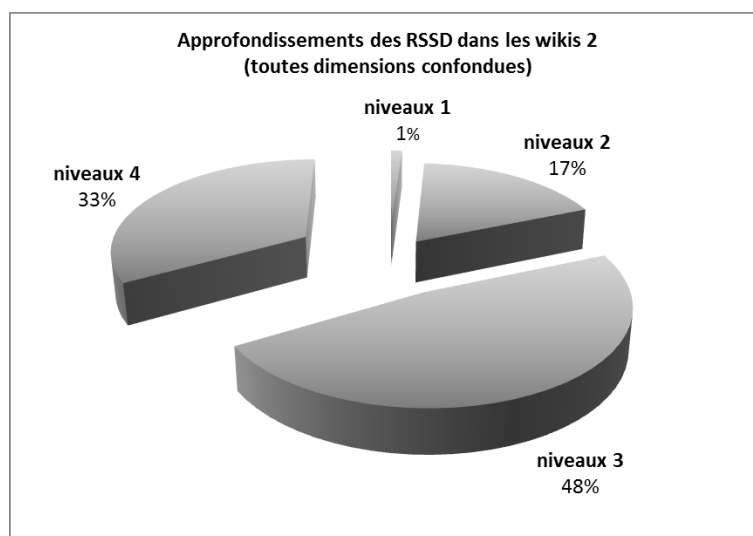


Figure VII-1 : Répartition des codages des RSSD dans les wikis 2

Nous remarquons également avec la figure VII.2 que les évolutions les plus significatives sont dans les sessions 4 et 5, et les moins importantes dans les sessions 2 et 1.

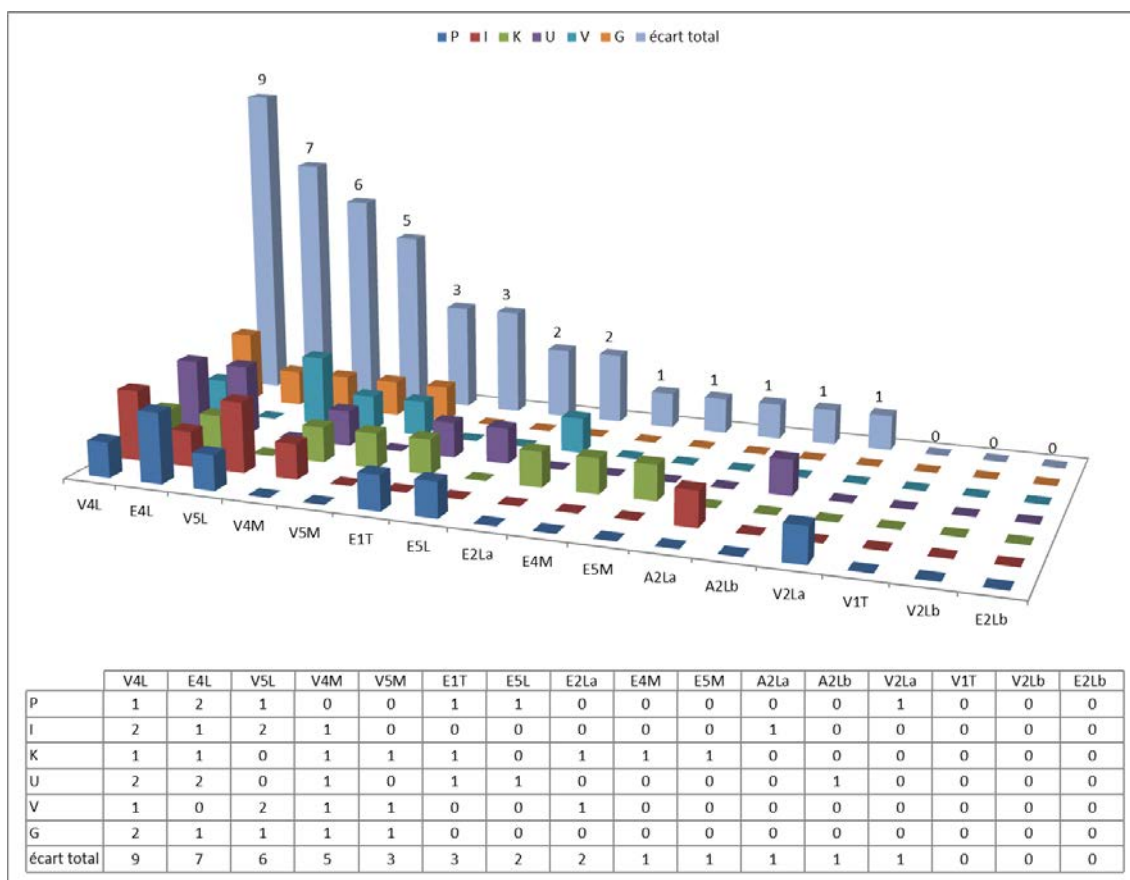


Figure VII-2 : Différences entre les wikis 2 et 1

(Les valeurs sont obtenues par calcul des différences entre les tableaux VI.1 et VII.1)

Les sessions 4 et 5 sont celles dans lesquelles les confrontations entre groupes étaient internationales, alors que dans la session 2 les groupes rassemblaient des étudiants d'une seule et même filière dans une seule université. La session 1 a été une phase de mise en place du dispositif au cours de laquelle les échanges internationaux n'ont pas été très fournis par défaut de participants. Nous examinerons en détail aux paragraphes VII.2, VII.3 et VII.4 les évolutions des RSSD au cours des sessions 2 d'une part, 4 et 5 d'autre part.

VII.2 Des confrontations et discussions peu opérantes sur l'approfondissement des RSSD

Les étudiants de la session 2 sont ceux qui ont eu le moins de difficultés techniques à surmonter pour confronter leurs wikis et discuter de leurs contenus, puisqu'ils étaient réunis dans la même salle et pouvaient échanger en direct. En outre, ils se connaissaient bien puisqu'ils étaient tous de la même promotion du master EDSE (Enseignement et Diffusion

des Sciences Expérimentales) et de la même spécialité SVTU (Sciences de la Vie, de la Terre et de l'Univers). Nous constatons pourtant très peu d'approfondissements des RSSD à l'analyse des wikis 2.

VII.2.1 Evolution du RSSD de V2La

Dans son commentaire (cf. annexe n° 16), le groupe V2Lb reproche au groupe V2La d'être resté neutre et de ne pas avoir pris position, en particulier de ne pas avoir dénoncé la surconsommation de viande. Mais c'est surtout à propos des fondements scientifiques du raisonnement (au sujet des conditions de culture musculaires in vitro, des problèmes sanitaires et environnementaux de la production de volaille, de l'importance de la consommation de viande dans l'évolution de l'espèce humaine) que les critiques sont vives. Le ton de ce texte est blessant (« *La cause et la finalité de votre phrase n'a aucun rapport. [...] Sur quelle base scientifique vous vous appuyer ?* ») et les étudiants du groupe V2La s'étant senti agressés ont dans un premier temps refusé de discuter oralement avec ceux du groupe V2Lb. Il nous a fallu expliquer aux étudiants du groupe V2Lb que la posture attendue dans cet exercice de dialogue n'était pas celle d'un jury de concours...

Le wiki 2 de V2La (annexe n° 27) ne reprend aucune de ces remarques, les étudiants ne l'ont complété qu'avec 62 mots à propos de l'aspect politique qu'ils ont eu conscience d'avoir occulté dans leur wiki 1 en lisant celui de leurs correspondants, mais sans retoucher au reste.

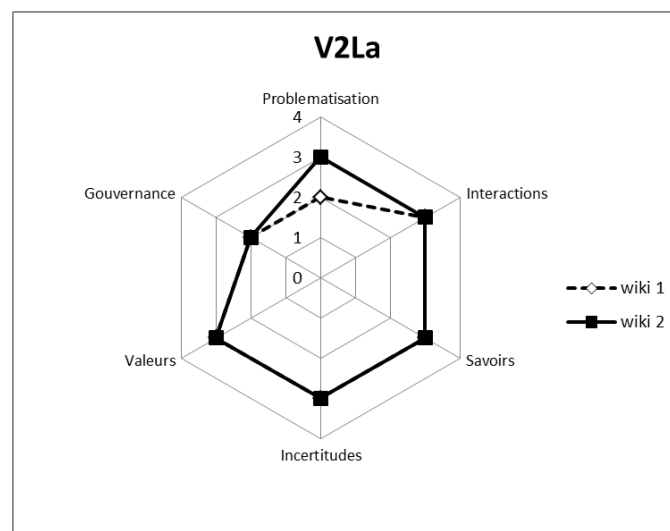


Figure VII-3 : Comparaison des RSSD présentés par les wikis 1 et 2 du groupe V2La

VII.2.2 Evolution du RSSD de V2Lb

Bien que l'importance de la réflexion sur les aspects politiques de la QSVE soit reconnue : « *Nous n'avons pas traité ce point important. Le gouvernement peut avoir une*

influence sur les attitudes alimentaires des habitants d'un pays (spot publicitaire, prévention, éducation...) », le commentaire de V2Lb par V2La (cf. annexe n° 15) critique l'élargissement de la réflexion au-delà des questions d'ordre technoscientifique et précise ce qu'ils pensent être l'objet du travail, à savoir un problème environnemental dont la solution est la limitation de la consommation carnée aux apports essentiels. Ainsi sont écartées les réflexions à propos de la prise en compte des différences individuelles (croyances religieuses, différences homme/femme) et est regretté le manque de recherches de solutions technologiques par exemple sur la production de viande *in vitro*) comme l'exploration limitée des solutions alternatives (consommation de spiruline, « *substituts à la viande en nature d'apports minéraux et protéiques* »).

V2Lb complète son wiki 1 (annexe n° 28) en ajoutant 161 mots suite à ces remarques, mais sans que ceci ne constitue un approfondissement d'une des dimensions de leur RSSD. Les codages du wiki 2 se superposent exactement à ceux du wiki 1 dans la figure VII.4.

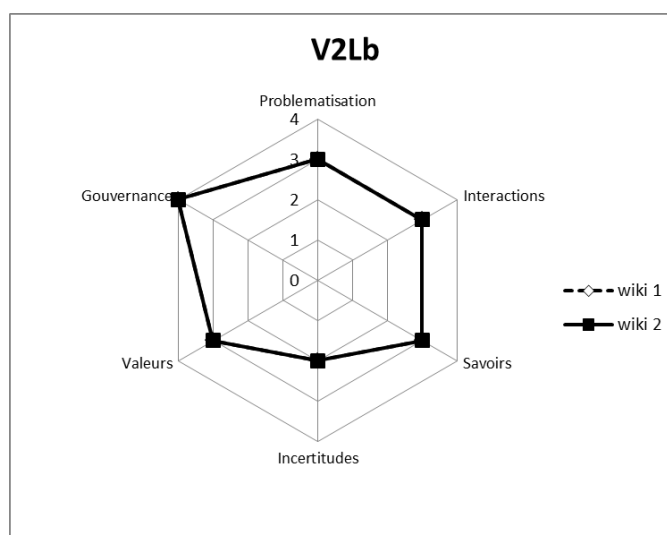


Figure VII-4 : Comparaison des RSSD présentés par les wikis 1 et 2 du groupe V2Lb

VII.2.3 Evolution du RSSD d' E2La

Les commentaires mutuels des groupes E2La et E2Lb (annexes 13 et 14) sont très succincts et portent essentiellement sur les solutions technoscientifiques à apporter à la QSVE. Le groupe E2Lb a trouvé intéressantes les pistes de « *re-use* » et « *dew system* » citées par E2La, mais reproche à ce groupe le peu de modifications opérées sur les citations des sites web consultés. Les étudiants du groupe E2La ont ajouté 166 mots dans leur wiki 2 (cf annexe n° 37), dans lesquels ils montrent qu'ils ont dépassé la simple citation de sources et ont considéré (K4) les avantages et inconvénients du recyclage des eaux, sous l'angle des contraintes techniques mais également de son acceptabilité sociale.

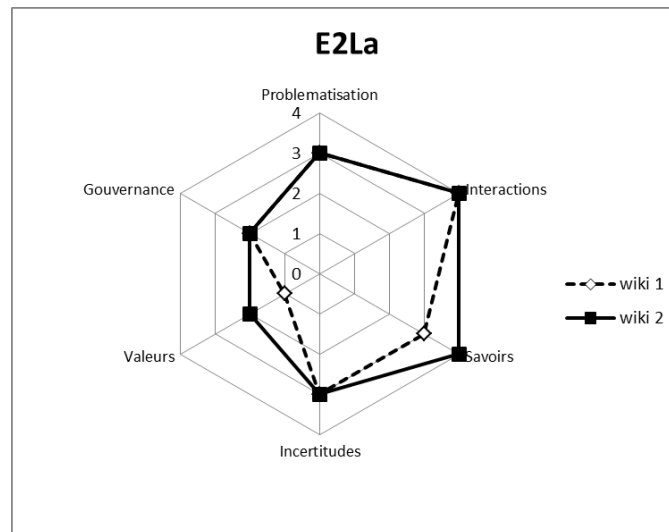


Figure VII-5 : Comparaison des RSSD présentés par les wikis 1 et 2 du groupe E2La

VII.2.2.4 Evolution du RSSD d' E2Lb

Dans son commentaire, le groupe E2La reproche au groupe E2Lb de ne pas avoir approfondi le « *Re-use* » et le « *dew-system* », et de ne pas s'être assez concentré sur la situation locale ; ils signalent par contre avoir trouvé enrichissante l'étude de l'approvisionnement énergétique par des éoliennes. Le groupe E2Lb a ajouté 321 mots dans son wiki 2 (cf. annexe n° 38) à propos de ces solutions, mais sans se décentrer de la perspective qu'ils avaient privilégiée dans leur wiki 1, c'est-à-dire celle de l'exploration technique (K3).

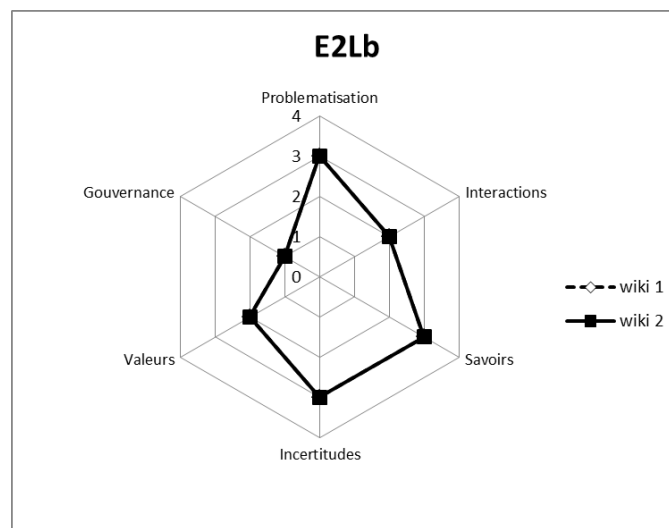


Figure VII-6 : Comparaison des RSSD présentés par les wikis 1 et 2 du groupe E2Lb

VII. 2.2.5 Evolution du RSSD d'A2La

Le commentaire apporté par le groupe A2Lb (cf. annexe n° 12) au groupe A2La reconnaît le partage de « bases » communes par ces deux groupes, et pointe des différences de « focalisation » : le groupe A2Lb a choisi de se tourner vers l'aide gouvernementale à la modification du système de production en se plaçant à l'échelle de la région, et questionne le choix du groupe A2La qui a privilégié l'approche de la recherche scientifique à l'échelle des bassins versants. Ce commentaire et la discussion qui a suivi ont conduit le groupe A2La à compléter son wiki 1 avec 229 mots (cf. annexe n° 45) traduisant un approfondissement de la dimension Interactions de leur RSSD. Ils considèrent alors l'historique socio-économique de la situation-problème, en prenant en compte les échelles différentes entre le temps long de la recherche en écologie et celui des réponses immédiates appelées par les exigences du secteur économique.

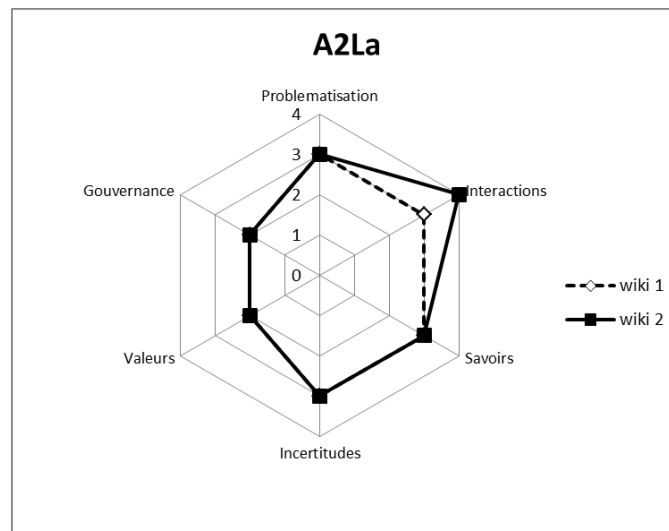


Figure VII-7 : Comparaison des RSSD présentés par les wikis 1 et 2 du groupe A2La

VII.2.2.6 Evolution du RSSD d'A2Lb

Le commentaire du wiki 1 d'A2Lb par le groupe A2La (cf. annexe n° 11) pointe également une différence d'approche, en appréciant la prise en compte des courts, moyens et longs termes dans la réflexion. Il critique une orientation plus économique qu'écologique, ainsi qu'un manque de neutralité dans le discours. A cet égard, la rationalité instrumentale d'A2La est révélée par la phrase « *Leur seule solution à long-terme est la réduction de l'agriculture intensive, mais ce n'est pas vraiment une solution, c'est le centre du problème, il faut donc rechercher d'autres solutions.* ». Le groupe A2Lb a ajouté 110 mots dans son wiki 2 (cf. annexe n° 46), en explorant effectivement différentes solutions techniques applicables dans le contexte local (U4).

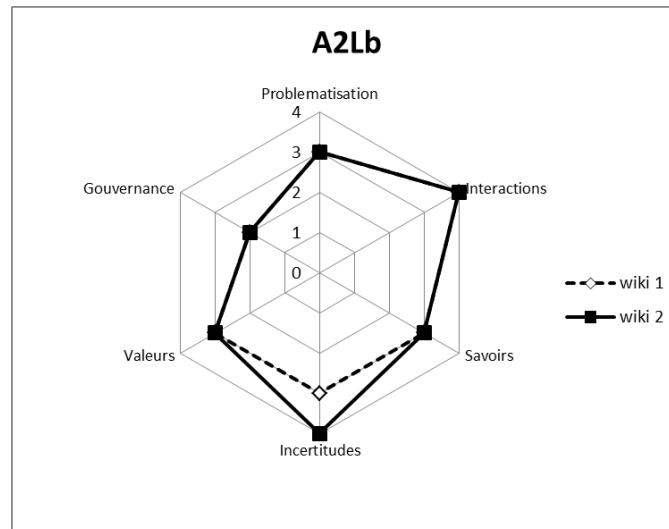


Figure VII-8 : Comparaison des RSSD présentés par les wikis 1 et 2 du groupe A2Lb

Bilan : des principes organisateurs proches et des dérangements socio-épistémologiques limités

Les échanges entre ces groupes d'étudiants partageant un même arrière-plan culturel ont été plus souvent sur le mode de l'évaluation mutuelle que de la collaboration. Ils ont tout de même dans certains cas permis d'approfondir les RSSD, mais sans que d'importantes remises en question n'aient été opérées. Nous observons que les quelques approfondissements allant jusqu'au niveau 4 sont liés à l'identification et la discussion de différences d'approches entre les groupes. Celles-ci sont toutefois peu prononcées, l'orientation globalement privilégiée étant celle de la recherche de solutions techniques. La gouvernance n'a pratiquement pas été questionnée et l'expertise réalisée est restée dans l'ensemble d'ordre davantage scientifique que socioscientifique, la visée de durabilité étant beaucoup plus fortement liée aux problématiques écologiques que sociétales.

VII.3 Un dérangement socio-épistémologique fécond, exemple des groupes V4

Nous avons vu (cf. VI.1.1) que les wikis 1 des groupes V4L et V4M appréhendent la QSVE selon des principes organisateurs bien différents. Le wiki de V4L est orienté vers l'explicitation des risques sanitaires et environnementaux de la consommation de viande en général et les moyens de réduire ces risques, alors que celui de V4M adresse la QSVE sous l'angle de la faisabilité des transformations du système de production australien.

VII.3.1 Le Wiki 2 de V4L

Il est complété de manière importante (cf. annexe 31) puisque la longueur du texte est presque doublée (280 mots sont supprimés, 1259 sont ajoutés).

Contenus modifiés : Trois des quatre parties du wiki 1 ont été retravaillées. La première (impacts environnementaux) qui ne présentait que les effets négatifs de la consommation de viande est complétée dans le wiki 2 par une pondération du discours sur la part des bovins dans l'émission de GES, par une réflexion sur une politique de promotion de l'agriculture biologique pour réduire les effets néfastes de l'élevage, et par une remarque sur la nature des emballages des viandes commercialisées. La partie sur les conditions d'élevage des animaux n'est pas modifiée. La troisième partie (« La viande, bonne ou mauvaise pour la santé ? ») est simplifiée, le développement sur les risques de la surconsommation et les avantages de la modération de la consommation de viande sont supprimés. Dans la quatrième partie sur les alternatives à la consommation de viande, la piste de l'aquaculture est explorée, celle de la consommation d'insectes est citée et le texte est enrichi de précisions et développements quant à la diversification des productions d'espèces locales et l'éducation alimentaire, la piste du rationnement étant écartée. Les alternatives à la consommation restent le principal objet de réflexion, avec un approfondissement de la question de la surpêche par exemple. Avec l'éventualité imaginée de consommer des insectes, la dimension culturelle de l'acte alimentaire est envisagée. Ceci conduit les étudiants à soulever la question de l'éducation, leur réflexion relevant d'un modèle informatif « *Dans certains pays il est inimaginable de manger moins de viande car cela fait partis¹⁶⁶ de leur habitude. Cela va prendre du temps parce que les gens ne sont pas prêts à changer leurs habitudes, c'est pourquoi il est important d'informer les gens sur les effets nocifs d'une consommation excessive de viande de sorte que les générations futures soient au courant du problème.* »

¹⁶⁶ Rappelons que nous avons choisi de ne pas surcharger les citations en n'ajoutant pas [sic] à chaque erreur.

Analyse du RSSD

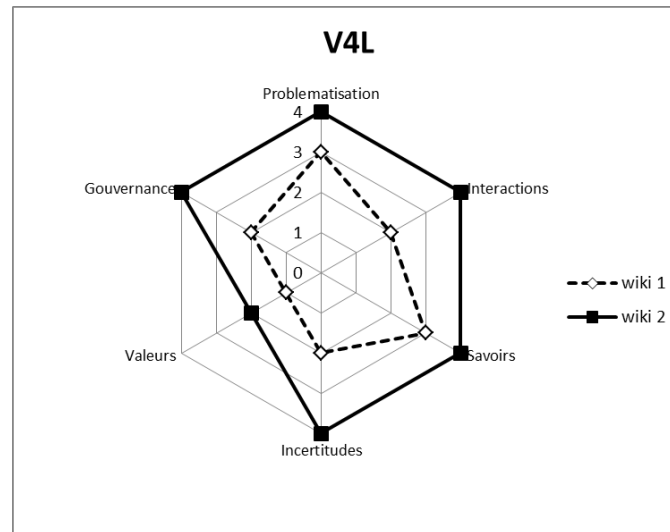


Figure VII-9 : Comparaison des RSSD présentés par les wikis 1 et 2 du groupe V4L

Les aspects socio-économiques sont bien davantage pris en considération dans le wiki 2 (accompagnement des producteurs pour le passage à une agriculture biologique par exemple) et les interactions dynamiques davantage appréhendées (avec les effets des prix à la consommation sur la généralisation de l'agriculture biologique ou avec les effets de l'aquaculture). Le problème n'est plus envisagé selon la seule perspective européenne mais des solutions locales sont envisagées (ferme de crocodiles, de truites, de saumons, de kangourous, d'émeus en Australie) en considérant leurs conditions d'application. La question de la distribution et du conditionnement de la viande apparaît aussi dans ce wiki 2 montrant ainsi une problématisation élargie de la QSVE. La réécriture intégrale du texte initial sur les politiques de natalité et le rationnement de la viande atteste d'un changement de positionnement suite aux échanges dans le forum. Des éléments scientifiques non considérés dans le wiki 1 sont utilisés comme points d'appui du raisonnement : « *Cependant, d'après un rapport de la FAO, il y a actuellement plus qu'assez de nourriture pour alimenter la planète ! Le contraste est alarmant puisqu'on dénombre actuellement 1,6 milliard de personnes en surpoids, soit plus que le milliard de sous-alimentés ! Cela signifierait donc que le problème n'est pas d'ordre démographique mais de nature politique. [...]* » Notons que l'expression « Question socialement vive » est citée dans le wiki 1 et le wiki 2. Les explicitations qui lui sont associées traduisent une nette évolution de la perception de ces questions. Dans l'introduction du wiki 1 : « *La question de la consommation de la viande est une question environnementale socialement vive car elle nous concerne tous dans notre vie quotidienne, en*

plus d'avoir des implications mondiales. » ; dans la conclusion du wiki 2 : « La consommation de la viande concerne de nombreux domaines (environnemental, économique, sanitaire, culturel). Il s'agit d'une question socialement vive. Trouver une solution globale semble complexe. Cependant, des solutions locales sont possibles. Les dimensions politiques et culturelles sont prédominantes. »

VII.3.2 Le Wiki 2 de V4M

Il témoigne (cf. annexe 32) d'une plus grande exploration et appropriation de la QSVE par le groupe, à diverses échelles et dans différentes dimensions. Beaucoup de passages sont reformulés (1043 mots sont supprimés, 1879 sont ajoutés).

Contenus modifiés : Le plan du wiki 1 est modifié, la seconde partie passant en troisième position. Dans l'introduction, un commentaire est ajouté concernant *"a shift to alternative meats with some countries rediscovering native diets while others are doing research on artificial meat"*. La réorganisation de la première partie à propos de l'émission des GES permet au groupe de mettre l'accent sur les choix pouvant être opérés par les consommateurs. Dans la partie présentant le rôle des composants de la viande, des aliments pouvant potentiellement être substitués à la viande sont cités et les dangers de la surconsommation de viande sont indiqués. Les pistes d'alternatives à la consommation de viande sont enrichies avec des développements sur les possibilités et traditions locales, la liste des aliments carnés s'allonge en intégrant des suggestions du groupe français (lapin, grenouille, escargots...). Dans la partie traitant des pratiques culturelles, la pollution n'est plus le seul aspect discuté, la question de l'épuisement des ressources en eau est intégrée à la réflexion sur l'alimentation animale, les possibilités de sélection génétique sont discutées ainsi que la rotation des utilisations de parcelles pour réduire les intrants. La partie sur la transition vers une production durable est complétée par des exemples concrets et par un paragraphe à propos des conditionnements. Contrairement au wiki 1, le texte se termine par la formulation d'une conclusion. Elle insiste sur l'importance de prises de conscience des possibilités d'actions individuelles et collectives de la part des consommateurs, des producteurs, des acteurs économiques, du monde de la recherche, en soulignant l'importance de la considération des possibilités locales dans une dynamique globale *"All countries must choose the most beneficial for their local consumers and economy while thinking globally in terms of sustainability"*.

Analyse du RSSD

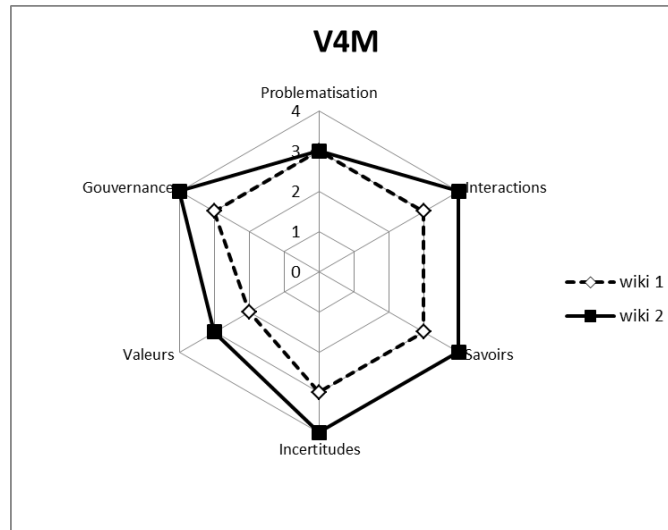


Figure VII-10 : Comparaison des RSSD présentés par les wikis 1 et 2 du groupe V4M

Les arguments sont articulés dans une démonstration plus aboutie que dans le wiki 1, des contre-arguments sont intégrés au raisonnement (par exemple “*There are risks associated with excess meat consumption. [...]*”). Les limites de validité des affirmations et des domaines d’incertitudes sont identifiés, par exemple : “*Some cultures suggest the use of iron supplements but this raises the issue of potential side effects as many iron supplements exceed the recommended dietary allowance. [...]. The consensus seems to be that unless you are pregnant or diagnosed with an iron deficiency you should be able to get all of your iron needs from a balanced diet.*” ou “*Netherlands have developed a small piece of muscle with the aim of developing a more efficient way of producing meat than rearing animals. This futuristic method of producing meat is a long way from being finalised and there are wide concerns in the scientific world due to the high levels of antibiotics and antifungal chemicals currently needed to stop the synthetic meat from rotting.*”

VII.3.3 Macrostructure du forum V4

Le forum international V4 est constitué par un ensemble de discussions exploratoires riche de 123 contributions. Cinq étudiants français et 7 australiens ont participé. Les échanges sont très structurés : 16 espaces de discussions (des « sujets » d’après la terminologie utilisée dans la plateforme *spiral connect*, nous préférons les nommer « rubriques » dans la suite) ont été ouverts (7 par des français, 9 par des australiens), cf. annexe n° 56¹⁶⁷ :

¹⁶⁷ Il n’était pas possible pour des raisons d’anonymat d’extraire directement les fichiers correspondant aux différentes rubriques des forums, ce qui nous a conduit à les copier/coller dans un fichier synthétique. Parce

La première phase d'échanges permet au groupe d'identifier les aspects de la QSVE qu'ils souhaitent discuter. Les étudiants proposent diverses rubriques. Le premier thème abordé (V4M-1, 2), après une brève phase de présentation mutuelle, ne met pas en lumière des différences d'environnements locaux ou de consommations, mais s'appuie sur un aspect scientifique présenté dans le wiki français et non envisagé par les australiens: la variabilité génétique des troupeaux et les risques de maladies associés à sa réduction. Ainsi, les étudiantes (seules des filles sont dans ces groupes) se rencontrent-elles dans un premier temps sur un contenu « objectif » renvoyant à un savoir scientifique à prétention universelle, plutôt que sur une explicitation de différences liées à leur éloignement géographique et culturel, qui viendra plus tard avec V4L-3 (9) et V4M-5 (13). Pourtant, dans leur manière de se présenter, les participantes montrent qu'elles sont conscientes de l'importance de leur subjectivité dans les raisonnements développés : V4L-2 (16) *“Your wiki is very interesting and I hope we will learn a lot of things about your culture and your meat consumption. I am vegetarian since I am 10 years old”*, V4M-7 (26) *“ This is a very topical and controversial issue for me as I currently live on a farm of about 160 hectares, with approximately 150 head of cattle (thats off the top of my head as we are coming to calving time at the moment)”*. Lorsqu'elle ouvre un nouvel espace de discussion : « Sustainable agriculture », V4L-5 (7) aborde à la fois l'aspect agronomique (utilisation de fertilisants et de pesticides) et l'aspect économique (prix de vente) en faisant référence au wiki australien : *“It necessary to decrease the quantity of pesticides, fertilizer... in order to improve the quality of meat and decrease the negative impact on the environnemen of the meat's production. I think that your idee of reducing the selling price of eggs obtained from organic farming is excellent.”* V4L-3 (9) ouvre à son tour une rubrique « Alternative meat » dans laquelle elle propose de discuter des alternatives possibles à la consommation de viande, en insistant cette fois sur les différences locales : *“You speak in your wiki to eat others animals like crocodiles or kangaroos. It is a good idea but it's possible only in Australia. Indeed, in Australia, there are many wild animals but this is not the case in France. The French can't eat crocodiles, kangaroos or others wild animals. In France, there's not lot of diversity, contrary to in Australia”*. V4L-1 (10) propose d'approfondir la question de la croissance démographique et V4M-6 (11) ouvre à son tour un espace pour parler des effets sur la santé de la consommation de viande.

que les thèmes abordés dans les différentes rubriques se recoupent, parce que les contributions contiennent souvent des réflexions se rapportant à différentes rubriques, et parce que les contributeurs ont souvent signalé après-coup qu'ils n'avaient pas placé leur message dans la rubrique la plus adaptée, nous avons choisi de présenter les contributions aux forums internationaux en suivant l'ordre chronologique. Les annexes 56 à 59 présentent tout de même la structuration en rubriques avant la compilation chronologique des contributions.

Chacune de ses propositions a un ancrage dans les wikis précédemment échangés auxquels les références sont explicites : les étudiants visent la coopération et l'intégration des arguments dans un raisonnement collectif. Cette organisation permet de constituer rapidement un catalogue d'aspects mis en débat : à la 11^{ième} contribution, 4 rubriques sont déjà proposées. Ce panorama va s'élargir progressivement, les aspects discutés étant repris et approfondis dans plusieurs rubriques : ainsi V4M-6 (11) relie-t-elle dès le début les échanges à propos des effets de la consommation de viande sur la santé à la recherche d'alternatives : *“the consumption of meat could be replaced with other more environmentally friendly and healthy foods.”*

En termes de contenus thématiques, l'ensemble est donc construit autour de 3 axes de réflexion (nous indiquons entre parenthèses les noms de rubriques choisis par les participantes) : i) Les conditions de production et de distribution de la viande, leurs effets environnementaux (« Sustainable agriculture, Packaging, Reduced genetic variability, Greenhouse gas emission ») ii) La régulation de la croissance démographique (« Population growth ») et iii) L'aspect diététique, les risques pour la santé de carence et d'excès, articulé avec la recherche d'alternatives (« Health of meat, Alternatives meat, Consumption of fishes, Red meat consumption, 10 food highest in iron, Red meat iron consumption, Nutrition and health risks of met eating, Insects as an alternative meat).

Les étudiantes françaises se sont partagé les aspects de la QSVE abordés dans ce forum : V4L-1 a été la seule à intervenir à propos de la croissance démographique, V4L-2 à propos des emballages, V4L-5 a choisi l'agriculture durable, V4L-3 la consommation de viande rouge, V4L-4 la consommation de poissons. La consigne qui leur a été imposée était de participer à au moins deux discussions. Les participations sont récapitulées dans les tableaux qui suivent, dans lesquels nous n'avons pas compté les participations aux espaces conviviaux « *hello* » et « *goodbye* » ; les chiffres indiqués entre parenthèses indiquent le nombre de contributions de chaque participante.

Tableau VII-2 : Distribution des contributions d'étudiantes du groupe V4L dans les différentes rubriques du forum V4

	Principales participations	Participations complémentaires
V4L-3 11 participations, 4 rubriques	Red meat consumption (3)	Alternative meats (5) Health of meat (2) Red meat iron consumption (1)
V4L-1 7 participations, 4 rubriques	Population growth (3)	Alternative meats (2) Health of meat (1) Insects as an alternative meat (1)
V4L-5 6 participations, une seule rubrique	Sustainable agriculture (6)	
V4L-2 4 participations 2 rubriques	Packaging (2)	Red meat iron consumption (2)
V4L-4 4 participations, 2 rubriques	Consumption of fishes (3)	Food highest in iron (1)

Les étudiantes australiennes ont par contre participé davantage et distribué leurs interventions dans tous les espaces ouverts.

Tableau VII-3 : Distribution des contributions d'étudiantes du groupe V4M dans les différentes rubriques du forum V4

V4M-4 16 participations, 10 rubriques	Sustainable agriculture (3) Population growth (1) Packaging (2) Health of meat (2) Alternative meats (1) Red meat consumption (1) Red meat iron consumption (2) 10 food highest in iron (1) Insects as an alternative meat (1) Nutrients and health risks of meat eating (2)
V4M-3 15 participations, 9 rubriques	Packaging (2) Green house gas emissions et Re- (2) Health of meat (1) Alternative meats (3) Red meat consumption (1) Red meat iron consumption (2) 10 food highest in iron (2) Consumption of fishes (1) Nutrients and health risks of meat eating (1)
V4M-1 11 participations, 9 rubriques	Sustainable agriculture (1) Population growth (1) Packaging (1) Reduced genetic variability (1) Alternative meats (3)

	Red meat consumption (1) Red meat iron consumption (1) 10 food highest in iron (1) Consumption of fishes (1)
V4M-5 9 participations, 7 rubriques	Sustainable agriculture (1) Population growth (1) Reduced genetic variability (2) Health of meat (2) Alternative meats (1) 10 food highest in iron (1) Consumption of fishes (1)
V4M-7 8 participations, 4 rubriques	Sustainable agriculture (4) Green house gas emissions et Re- (2) Alternative meats (1) Nutrients and health risks of meat eating (1)
V4M-6 4 participations, 4 rubriques	Green house gas emissions et Re- (1) Health of meat (1) Red meat iron consumption (1) Nutrients and health risks of meat eating (1)
V4M-2 3 participations, 3 rubriques	Alternative meats (1) Nutrients and health risks of meat eating (1) Insects as an alternative meat (1)

VII.3.4 Méso-structure du forum V4

Les arguments avancés dans les échanges sont de différentes natures, les différents contenus thématiques conduisant à échanger des connaissances encyclopédiques (par exemple V4M-1 (70) avec la recherche d'alternatives à l'apport en fer de la viande oriente l'analyse sur la consommation d'aliments riches en vitamine C, et V4M-4 développe des arguments à propos du rôle de la Ferritine dans le stockage du fer), mais aussi à témoigner d'expériences vécues.

V4L-2 (83) :

Because I am vegetarian, I know this problem. Twice a year, I do a blood test, to see Ferretin. I'm in normality about iron (I have a healthy diet ; I think there is a topic about how to substitute red meat...). But when I was pregnant , I had to eat an iron supplement.

V4M-3 (96)

I remember I have tried many times to go vegetarian, but have only lasted a week or so, and my boyfriend laughed at my latest vegetarian attempt and said to me 'Dan, It's not a fashion statement.' I found it hard having my dad and family and boyfriend all holding the opinion that ' you have to eat meat'. So as a compromise I try to have 3 meat free days a week.

La multiplication des justifications des arguments a pour effet un entrecroisement des fils de discussions thématiques. Lorsque le nombre de rubriques augmente, il n'est pas toujours aisé aux participantes de suivre le fil de chaque discussion. Par exemple, alors que V4L-4 n'avait semble-t-il pas encore lu les contributions de V4M-5 (32 et 33), elle approfondit (V4L-4, 38) elle aussi la question de la consommation de poisson et ouvre une rubrique pour ce thème, dans laquelle elle considère les effets environnementaux de l'aquaculture. Mais elle retrouve (V4L-4,39) le fil de cette discussion dans la rubrique *health of meat*. Au moment où elles participent, les étudiantes apportent en fait successivement une série de contributions personnelles dans les différentes rubriques ouvertes en parcourant l'ensemble des aspects abordés. C'est par exemple le cas des messages 40 à 44 de V4M-4 : (40) dans *packaging*, (41) dans *health of meat*, (42) dans *population growth*, (43) dans *alternative meat*, (44) dans *red meat consumption*. C'est aussi le cas des messages 45 à 47 de V4M-3 : (45) dans *health of meat*, (46) dans *consumption of fishes*, (47) dans *packaging*, ou encore des messages 48 à 50 de V4L-3 : (48) dans *alternative meats*, (49) dans *health of meat*, (50) dans *red meat consumption*. Par comparaison avec un débat en présentiel, le caractère asynchrone des interactions dans le forum procure donc un effet tout à fait particulier : en faisant ainsi le point dans les différentes rubriques à l'instant t, les liens entre les aspects de la QSVE apparaissent aux étudiants qui ont sous les yeux une trace écrite des RSSD en construction. Ainsi par exemple V4M-1, V4M-7 et V4M-5 multiplient-elles les articulations entre les rubriques *health of meat*, *alternatives meats*, *sustainable agriculture* :

V4M-1 (27)

[...]Farms have arisen in the last few years to cater for the increasing palate of Australians. Emu farms and trout farms are common now. I'm not too sure on crocodile farms but as they are found in many wildlife centres it means that they can be confined. These farms are more sustainable as they are dealing with native animals which are able to be fed native vegetation. Also if we diversify our meat supply then it means we don't need to have such large farms.[...]

V4M-1 (28)

I agree- if we want farms to be more sustainable then we need to provide more support to our farmers. And not just in a monetary sense. What about sending farmers to working farms that are using sustainable techniques? Then our farmers could learn first hand and also discuss issues in person with equals?

V4M-7 (29)

If we are creating more farms is that really addressing the issue as well. The land that we are currently farming is currently under such environmental stress and creating more farms will that add to the current stress on the land as well. Understandably this will hopefully reduce our meat consumption but would increase stress on other farms as well. Do we really know what stress farming other animals in such high numbers could cause the environment?

V4M-5 (33)

For people consuming unhealthy amounts of livestock products, moving down the food chain would have added benefits including reduced health care costs in many countries and improved overall health. Consequently, reducing consumption of livestock products also reduces grain and water use per person (given the water and grain requirements of the livestock throughout their lives). The Mediterranean diet (which contains moderate amounts of meat, cheese and seafood) is amongst one of the healthiest in the world.

Les contenus des rubriques dévient donc par rapport à leurs titres initiaux. En lisant les titres des rubriques, on pourrait penser que les réflexions sont principalement centrées sur la santé et la recherche d'alternatives tandis que les aspects environnementaux et économiques seraient moins explorés. Pourtant, la question par exemple de la politique d'accompagnement à une agriculture durable est approfondie avec V4M-5 (32 et 33) dans la rubrique *health of meat*. Dans la rubrique *packaging*, les discussions évoluent vers le choix entre la viande de supermarché ou des boucheries de proximité (V4M-4, 40), vers l'apprentissage de la reconnaissance visuelle de la qualité de la viande (V4M-1, 67), vers les associations de maintien de l'agriculture de proximité (V4L-2, 82). Une telle dynamique intégrative et exploratoire est très heuristique. Elle ne conduit pas pour autant à l'exploration superficielle des différents thèmes. Les domaines de validité des savoirs sont délimités, les raisonnements scientifiques approfondis, les affirmations des wikis 1 sont remises en question : c'est par exemple le cas avec la discussion sur la sélection génétique (messages (2-31-61-63-66). V4M-5 (31) interroge les effets de la réduction de la variabilité génétique, et aide les françaises à construire une compréhension plus concrète de l'élevage, V4L-4 (61) recentre sur le clonage et le distingue de la sélection génétique. En outre, la contribution de V4M-5 (107) montre que sans clôturer la controverse, la discussion vise bien le consensus après avoir délimité les conditions de mise en œuvre des possibilités envisagées : *“Are we really suggesting that for*

us to reduce meat consumption we require farmers to be 'organic'? This takes a lot of time (as V4M-7 mentioned) and effort by farmers (money and manpower) and are the results really worth it?[...] I think in this day and age, people just like using the term 'organic' without really knowing what it means, the implications and the consequences. We could be more sustainable, use LESS fertilizers and insecticides or more ENVIRONMENTALLY FRIENDLY fertilizers and pesticides, without necessarily going 'organic'."

La question des avantages et risques des alternatives à la consommation de viande reste tout de même le principal fil conducteur et le corps de l'expertise collective, comme le montre l'ouverture de la rubrique *10 food highest in iron* par V4M-4 (53), suivie de l'ouverture de la rubrique *Red meat iron consumption* par V4M-6 (57) ou encore celle de *Insects as an alternative meat* par V4M-2 (102). Cette réflexion centrale est clairement articulée :

- avec le questionnement de la durabilité de la production agricole :

V4M-3 (59)

Sunflower seeds, pumpkin seeds, herbs, dried apricots, sun dried tomatoes and Sesame butter seeds or (Tahini) can be a very environmentally sustainable as they are plant based and can be grown and regrown.

- avec la dimension culturelle de l'acte alimentaire : V4M-1 (65)

There are also many cultural issues to contend with in seeking alternatives, for example Indians don't eat cows, Australians don't eat dog.

- avec les dispositions individuelles : V4M-3 (99) "*I agree V4M-1, lab grown meat seems a little strange*" ou V4M-2 (103)

While it certainly is an interesting idea, I doubt many people would be open with the idea of having lab grown meat, also from some research I did, I found that the meat they are producing is made from feeding a pig's stem cells with serum taken from a horse foetus.

et V4L-3 (104)

I agree with you. I don't think the meat produced in laboratory is a good thing. Personally I wouldn't want to eat it. I also think that this kind of technique is also problematic (health and environment). I think that we should return to natural meat. I think factory farms shouldn't exist.

- avec les aspects économiques : V4M-1 (65) "*Also alternative meats that need to be imported would not be good for an economy eg. French eating kangaroo.*"

- avec leurs impacts environnementaux :

V4M-1 (65)

We also need to look at the production of alternatives such as legumes & cereal & see what environmental impact they may have- eg use of fertilisers, herbicides etc & also if this land could better be used for other crops or other uses.

La croissance démographique est un sujet « délicat » pour V4L-1 qui précise avoir des difficultés à se positionner vis-à-vis des politiques de régulation de la natalité. A partir d'un essai de définition de ce que serait une surpopulation, elle positionne en effet le problème dans le champ politique:

One can talk about “overpopulation” as long as there is a lack of something (a lack of food in this case). However, according to a FAO (Food and Agriculture Organization) study, currently there is enough food to feed the whole planet. That’s why the issue may be rather political than demographic.

Relier ainsi la notion de surpopulation à celle de la finitude des ressources permet à V4M-5 (15) d'envisager la QSVE à l'échelle planétaire au-delà des contextes français ou australiens :

In developed countries like America and Australia, people are suffering from obesity and other diseases related to over eating and they are wasting tons of food every day. In contrast, there are millions of people in developing countries, like Ethiopia and Sudan that are dying of dehydration and starvation.

Mais le sujet du contrôle des naissances est difficile à aborder pour ces étudiantes dont certaines ont déjà des enfants : V4M-5 (15)

I find this to be a very emotive topic and as a mother, find issues such as family planning ie one child policy and infanticide very difficult to discuss. Although you raise a valid point, I fear this discussion is moving too far away from the topic of meat consumption.

Ce thème sera toutefois discuté et V4L-1 aura des réponses l'aidant, comme elle le souhaitait, à se positionner. Les participantes ne se retranchent pas dans le monde objectif de savoirs scientifiques froidement objectifs mais s'impliquent en tant que personnes en exprimant des émotions et des désaccords : V4M-1 (17) comme V4M-5 (16) ne pense pas qu'une politique de limitation des naissances soit une réponse à cette QSVE, et envisage au contraire des efforts d'éducation : V4M-1 (17) :

I agree with V4M-5 that reducing the population is not an answer to reducing meat consumption. The answer involves educating people on the issues caused by excessive

meat consumption, assisting farmers in improving husbandry, developing more sustainable farming techniques and finding alternatives rather than finding an 'answer' to the population growth.

Il n'y a pas de rubrique dédiée à l'éducation ; pourtant à de multiples occasions elle revient dans les échanges. Avec V4M-3 (23) dans *alternative meats*:

The general public need to be educateed to reduce overall meat consumption and to seek alternative meats (weather they be organ meat or for Australians pest meat such as kangaroos) and other protein rich foods to lead a more sustainable environment.

Elle apparaît parfois de manière inattendue : V4M-4 (43)

I think the location of france is very good because you have spain, belgium, italy, germany, switzerland etc and they can do trading between those countries, Now we are just by our self! we have limit animals too. So maybe, if the french starts promoting alternative meat the rest of the countries can starts educating themself about alternative meat and promote sustainable eating...

La question de l'éducation devient récurrente et est articulée aux autres thèmes approfondis: V4M-1 (65)

I also believe that we need to educate people on the adverse effects of too much meat consumption, not only for health but also environmental reasons. The problem is that as cultures become 'richer' the consumption of meat increases. In cultures where there is low meat consumption it is usually because of a lack of money to buy meat. Yes, we need to educate people to eat less meat but in the meantime we need to diversify our meat sources.

V4M-1 (66) à propos des emballages :

In Egypt everyone knows what fresh meat looks like [...]Should we be educating our young on the basics of food like cuts, freshness, alternatives so that they can make a more informed decision?

ou encore V4M-3 (100) :

I would like to point out that My sister who has a 6 acre property has two sheep(female) and a ram (male) and she breeds them for the meat, every spring there are lambs that go to the butcher. They get the meat, the dogs get the bones and the wool goes to the wool mill, so there is no wastage. And her children have always been educated that this is where meat comes from.

VII.3.5 Microstructure du forum V4

L'échange entre les groupes V4L et V4M a été très riche et de nombreux fils de discussions thématiques ont donné lieu à l'approfondissement des RSSD. Ils concernent, nous l'avons vu, les incertitudes et les conditions du passage vers un modèle de production plus durable, l'importance de l'éducation des consommateurs, les limites du développement de l'aquaculture, la régulation de la croissance démographique. Les RSSD présentés dans les wikis 2 de ces deux groupes sont les produits de discussions ayant particulièrement retenu leur attention. Il s'agit des fils de discussions exploratoires mobilisant les trois mondes habermassiens pour justifier les argumentations.

a totally artificial meat

C'est le cas par exemple de l'extrait du wiki 2 de V4M à propos de la production de viande *in vitro* :

Another alternative may be artificial meat. Scientists in Netherlands have developed a small piece of muscle with the aim of developing a more efficient way of producing meat than rearing animals.

This futuristic method of producing meat is a long way from being finalised and there are wide concerns in the scientific world due to the high levels of antibiotics and antifungal chemicals currently needed to stop the synthetic meat from rotting.

Notons que ces quelques lignes ne se réfèrent qu'au monde objectif, avançant des arguments scientifiques et techniques. Elles correspondent à un « fil » de discussions - que nous nommerons en reprenant l'expression de V4L-1 (78) : *a totally artificial meat* - dans lequel les étudiantes expriment leur doute vis-à-vis de ce mode de production, en justifiant leurs arguments avec des fondements faisant, eux, référence aux trois mondes habermassiens. Cette observation nous conforte dans l'importance de considérer le RSSD à la fois comme un produit et un processus, les analyses des deux se complétant.



Messages du forum V4 constituant le fil de discussion

a totally artificial meat

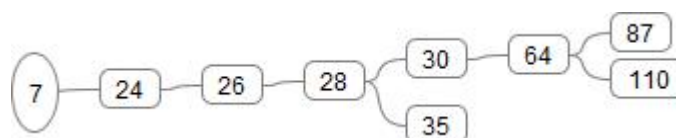
L'opinion raisonnée (qui est ici une suggestion sous forme interrogative) exprimée par V4M-1 (92) peut être analysée de la façon suivante :

V4M-1 (92):	Faits, fondement pragmatique, par référence au monde objectif	<i>Hungry Jacks (a competitor of McDonalds) has now decided to only use organic beef in its hamburgers.</i>
	Normes, fondement déontique, par référence au monde social	<i>At the moment we seem to be focusing on returning to a more natural, organic system..</i>
	Expériences vécues, perceptions affectives, par référence au monde subjectif	<i>So to me artificial is going in the opposite direction. I'm not sure if i could eat artificial meat.</i>
	Opinion raisonnée	<i>Maybe we need more large companies to change or is it the consumers forcing the big companies to change?</i>

Ci-dessous, la reconstitution du fil de discussion à propos de la transition vers des systèmes plus durables de production agricole montre également la diversité des fondements justifiant les opinions raisonnées en construction.

it is important to promote a sustainable agriculture

Les françaises ayant souligné l'importance de la réduction de l'usage de pesticides, herbicides, fertilisants, un fil de discussion permet d'explorer les transformations envisageables des systèmes d'élevages. De très nombreux messages sont liés à ce thème dans des fils de discussions qui s'entrecroisent : l'accompagnement du passage à l'agriculture biologique (messages 7, 24, 26, 28, 35), les pratiques de rotation des parcelles (messages 30, 64, 87), le prix des produits biologiques (110).



Messages du forum V4 extraits du fil de discussion

it is important to promote a sustainable agriculture.

V4L-5(7) ouvre cette piste à propos de l'agriculture biologique :

	Faits, fondement pragmatique, par référence au monde objectif	<i>It necessary to decrease the quantity of pesticides, fertilizer... in order to improve the quality of meat and decrease the negative impact on the environnemen of the meat's production.</i>
<u>V4L-5</u> (7):	Normes, fondement déontique, par référence au monde social	<i>I think that I is really important to promote a sustainable agriculture as you say in your wiki.</i>
	Opinion raisonnée	<i>I think that your idee of reducing the selling price of eggs obtained from organic farming is excellent.</i>

V4M-7(24) témoigne des difficultés concrètes qu'il y a à développer une telle agriculture :

	Faits, fondement pragmatique, par référence au monde objectif	<ul style="list-style-type: none"> - <i>There are constant forums and agricultural days prompting more sustainable products and more sustainable ways of production.</i> - <i>Becoming aqn "organic" farm can be quite stressfull on a farming business but knowing it can be quite beneficial in the long run. it requires a lot more "man" power and lot more money to be invested into the business.</i> - <i>In australia it is a very dry continent and in areas where beef farming is conducted there areas get very little rain fall during the year, which makes farms utilize the use of fertilizers on their properties so they can obtain greater pasture growth for their cattle.</i>
<u>V4M-7</u> (24):	Normes, fondement déontique, par référence au monde social	<i>- Ideally for farmers to make their farm more sustainable, even better organic, the products and education that is required to do so needs to be cheaper or farmers will not take this option.</i>
	Expériences vécues, perceptions affectives, par référence au monde subjectif	<i>- I currently live on a farm myself, but is not a beef farm, it is a diary farm. Farms in my area are under increased stress to find ways that are better for the environement and for the cattle as well.</i>

V4M-7(26) se dit personnellement concernée :

<u>V4M-7</u> <u>(26):</u>	Expériences vécues, perceptions affectives, par référence au monde subjectif	This is a very topical and controversial issue for me as I currently live on a farm of about 160 hectares, with approximately 150 head of cattle (thats off the top of my head as we are coming to calving time at the moment)
------------------------------	--	---

V4M-1(28), puis **V4L-5(35)** prennent position pour une politique d'accompagnement des agriculteurs :

<u>V4M-1</u> <u>(28):</u>	Opinion raisonnée	<i>I agree- if we want famrs to be more sustainable then we need to provide more support to our farmers. And not just in a monetary sense. What about sending farmers to working farms that are using sustainable techniques? Then our farmers could learn first hand and also discuss issues in person with equals?</i>
------------------------------	-------------------	--

<u>V4L-5</u> <u>(35):</u>	Faits, fondement pragmatique, par référence au monde objectif	<i>- Les personnes qui veulent développer une agriculture biologique peuvent demander des subventions mais celles-ci restent peu élevée comparées au coût de l'agriculture biologique. - L'exemple que vous donner (élevage biologique de bœufs dans l'ouest de l'Australie) montre que nous pouvons développer d'importantes fermes biologiques . C'est encourageant!</i>
	Normes, fondement déontique, par référence au monde social	<i>Le gouvernement français promeut pas assez l'agriculture biologique.</i>
	Opinion raisonnée	<i>Je pense que si les agriculteurs n'ont pas d'aide financière, ils ne pourront pas créer une production de viande en respectant l'environnement. Si vous voulons continuer à manger de la viande, il est nécessaire d'aider les producteurs de viandes dans le but de diminuer l'impact de la production de viande sur l'environnement.</i>

V4M-1(64), apporte des exemples concrets australiens

<u>V4M-1</u> <u>(64):</u>	Faits, fondement pragmatique, par référence au monde objectif	<i>- There is a lot of research being done in Aust to develop more sustainable farms. - As well as research there are also now plenty of case studies that show it is possilbe and there are many avenues for sustainability. - For example in Northern Territory cell grazing has been implemented by the Muldoons. They have divided their beef farm of 1500 hectares into 30 x 50-hectare paddocks. The</i>
------------------------------	---	--

		<p><i>cattle are moved from one 'cell' onto another which means that the land has time to regenerate. The results are: pastures improved, weeds reduced, plant diversity increased, use of herbicides & fertilisers reduced, soil health improved.</i></p> <p><i>- There are a lot more case studies with a lot more sustainable techniques</i></p> <p><i>at: http://www.redmeatgreenfacts.com.au/Case-Studies</i></p>
--	--	---

V4L-5(87) considère les transferts possibles

<u>V4L-5(87):</u>	Faits, fondement pragmatique, par référence au monde objectif	<p><i>- You can divided the beef farms into some paddocks in Australia because your country is very big.</i></p> <p><i>- But, It is not really possible in France because our country is very smaller!!</i></p>
	Opinion raisonnée	<i>, It is not really possible in France</i>

V4M-7(110) se demande si les consommateurs sont prêts à accepter le surcoût

<u>V4M-7(110):</u>	Faits, fondement pragmatique, par référence au monde objectif	<p><i>- Understanding that alot of farmers spread urea over the paddocks rather than fertilizers in some cases as this provides a natural way to boost pasture growth and it isn't expensive and you are spreading the waste produced by the animals.</i></p> <p><i>- Different grazing techniques can be adopted by farmers so the rotation of paddocks is more utilized so the spread of weeds is controlled.</i></p> <p><i>- Some consumers are willing to pay the price of such a premium product, but is this market economically sustainable?</i></p>
	Normes, fondement déontique, par référence au monde social	<i>- Consumers nowadays are looking for a cheaper option as the price of living is so expensive.</i>

Ce fil de discussions est également lié à ceux concernant la recherche de productions alternatives, par exemple à propos de l'élevage d'espèces locales.

Pest animals as a form of alternative meat



Messages du forum V4 constituant le fil de discussion

Pest animals as a form of alternative meat.

Dans chacun de ces fils de discussions, nous observons des discussions exploratoires faisant référence aux trois mondes habermassiens et tous ces thèmes sont repris dans les wikis 2. Le message 48 est un exemple de croisement de ces fils, on y trouve quatre opinions raisonnées imbriquées qui convergent dans l'argumentation de V4L-3 vers l'importance de l'éducation.

V4L-3 (48)

Faits, fondement pragmatique, par référence au monde objectif	<p>- Si nous produisons un autre type de viande tous le monde aura envie d'en manger, c'est un phénomène de mode. (Comme les ailerons de requins).</p> <p>- Il n'y a pas assez de viandes pour tout le monde. Nous allons pratiquer la même chose : faire de l'agriculture intensive pour répondre aux besoins de tous</p> <p>- En plus, si ces nouvelles fermes rapportent de l'argent, les gens vont vouloir ouvrir des fermes et ils devront nourrir tous les animaux. Et nous aurons les mêmes problèmes (pollution, destruction de l'environnement).</p>
Normes, fondement déontique, par référence au monde social	<p>- Je suis d'accord avec vous V4M-7. Je pense que nous avons besoin de lois strictes pour avoir un nombre limité d'exploitations et qui ne pratique pas d'élevage intensif.</p>
Opinion raisonnée	<p>- Je pense que même si nous cherchons d'autres viandes, le problème reste le même. En effet, au début nous allons produire peu et puis de plus en plus plus.</p>
Faits, fondement pragmatique, par référence au monde objectif	<p>- Dans notre wiki, nous avons développé les différentes possibilités (par exemple une combinaison de céréales et de légumineuses)</p> <p>- Et je pense que manger les abats est une bonne chose parce que c'est très bon pour la santé et on évite ainsi de gaspiller.</p>
Opinion raisonnée	<p>Je suis d'accord avec vous V4M-3, je pense que nous devrions manger d'autres aliments qui fournissent les mêmes nutriments que la viande.</p>
Faits, fondement pragmatique, par référence au monde objectif	<p>Oui il est vrai que la France est entourée par des pays comme le dit Cécilia, mais notre superficie est faible par rapport à l'Australie. L'Australie a une superficie de 7,682,300 kilomètres carrés, soit 14 fois celle de la France! Et une fois et demie l'Europe! Cette petite taille et de notre climat ne nous permet pas d'avoir la diversité que vous avez.</p>
Opinion raisonnée	<p>V4M-1, vous dites que nous devrions diversifier notre approvisionnement en viande, mais cela signifie qu'il a besoin d'espace pour créer de nouvelles fermes en France et nous n'avons pas d'espace. Et si nous avons besoin d'importer de la viande d'un autre pays, cela provoquerait encore plus de problèmes de pollution (transport par camion ou par bateau, ...)</p>

Expériences vécues, perceptions affectives, par référence au monde subjectif	<i>V4M-1 pourquoi vous n'avez pas manger du chien et du zèbre? Vous ne pensez pas que c'est à cause de notre culture? En fonction de notre éducation, nous avons l'habitude de manger des viandes diverses, en quantités différentes. Qu'en pensez vous?</i>
Opinion raisonnée	<i>Il faudrait éduquer les gens, de génération en génération, leur montrer ce qui est impliqué quand nous mangeons trop de viande (du point de vue environnemental ou pour leur santé)</i>

Bilan : des principes organisateurs différents et des fils de discussions opérants

Les ISD entre ces groupes d'étudiants issus d'environnements culturels différents n'ayant pas retenu les mêmes principes organisateurs dans leurs premiers RSSD, ont été féconds. Les dérangements socio-épistémologiques dus à la confrontation de leurs premières productions très différentes ont permis l'approfondissement des RSSD de chaque groupe, qui atteignent tous les deux le niveau 4 dans presque toutes les dimensions analysées. Nous observons que les thèmes pour lesquels ces approfondissements sont présentés dans les wikis 2 correspondent à ceux explorés dans les fils de discussions exploratoires mobilisant les trois mondes habermassiens pour justifier les arguments. C'est ainsi un processus intégratif d'interculturalité (cf. chapitre IV) qui s'est développé durant cette rencontre.

VII.4 Agir communicationnel et inter-culturalité, les autres groupes des sessions 4 et 5

Les analyses des ISD et de leurs effets sur les RSSD présentés dans les wikis 2 des autres groupes des sessions 4 et 5 confirment que l'agir communicationnel à l'œuvre dans les forums intergroupes est nécessaire à la construction collaborative de RSSD permettant d'appréhender la complexité et les incertitudes des QSVE. Le processus d'interculturalité se développe dans les forums, où sont négociés les savoirs, les règles et les normes qui organisent la vie commune des groupes sociaux et président à l'expertise citoyenne des QSVE. Pour chaque confrontation entre groupes, nous rapportons ci-dessous les modifications des wikis et les fils de discussions correspondants.

VII.4.1 Groupes V5

Nous avons vu (cf. VI.1.1) que le wiki 1 de V5L explore surtout les alternatives à la consommation de viande, tandis que celui de V5M est essentiellement centré sur l'éducation des consommateurs et l'évolution des systèmes de production de viande.

VII.4.1.1 Le Wiki 2 de V5L

Il contient 2044 mots supplémentaires, seulement 7 ont été supprimés, la longueur de ce texte est presque doublée (cf. annexe n°33).

Contenus modifiés et évolution du RSSD

Ce wiki n'est pas modifié dans sa structure, mais est complété avec des parties explorant bien davantage que précédemment les aspects sociaux et les interactions entre acteurs. C'est le cas par exemple de la partie *impact de l'arrêt de consommation de viande* ; elle est encore centrée sur les aspects diététiques mais elle ouvre sur d'autres aspects tels que l'emploi ou la production de « *produits dérivés* » (P3, I4).

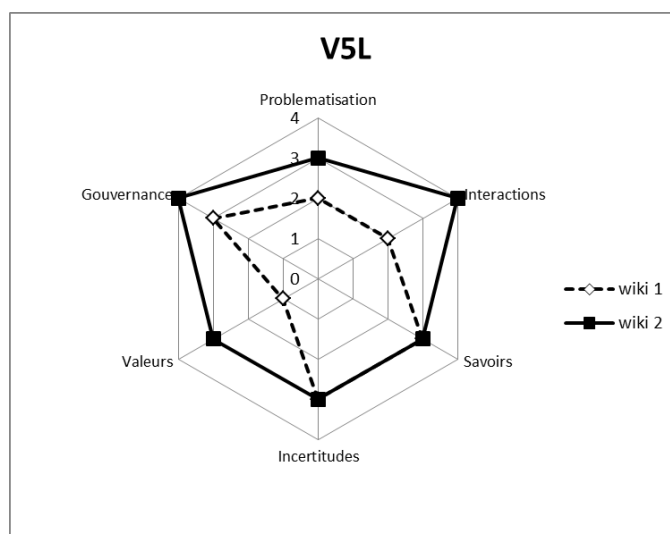


Figure VII-11 : Comparaison des RSSD présentés par les wikis 1 et 2 du groupe V5L

Les parties 7 à 11 sont totalement nouvelles. La partie 7 développe une réflexion sur les techniques agronomiques permettant de réduire les émissions de méthane par les bovins (alimentation, sélection génétique), elle reprend également l'argumentation en faveur de l'élevage de volailles de la partie 3. La partie 8 envisage l'information et la responsabilisation des consommateurs, alors que cet aspect n'était pas du tout abordé dans le wiki 1. La partie 9 discute les actions possibles sur les prix à la consommation (G4) et la régulation des échanges internationaux. La dernière partie, intitulée *éducation à*, reprend l'idée discutée avec les australiens de médiatiser les stratégies visant à faire évoluer les comportements, elle la complète avec l'action au niveau scolaire de professeurs de SVT. Ce wiki 2 s'achève par une conclusion, contrairement au wiki 1. Il s'agit de recommandations formulées par le groupe collectivement, témoignant à la fois d'un consensus intra-groupe et de la prise en compte des échanges commerciaux internationaux. L'évolution du raisonnement se lit aussi dans le cheminement depuis une approche seulement environnementale de la QSVE vers la réflexion

sur l'éducation à la responsabilité des consommateurs (V3) et les leviers économiques de l'action.

VII.4.1.2 Le Wiki 2 de V5M

Il est largement complété (1692 mots ajoutés, 223 mots supprimés), (cf. annexe n° 34).

Contenus modifiés et évolution du RSSD

Des précisions sont apportées quant à la situation australienne (augmentation de consommation moyenne de viande, campagnes télévisées de sensibilisation « *swap it* »¹⁶⁸), mais l'analyse des consommations de viande est aussi élargie à l'échelle mondiale et ne se limite plus aux cas australiens. Un long développement (393 mots) sur le passage à la consommation d'insectes est introduit ; il présente (K4) les intérêts diététiques et les avantages (coût faible, reproduction rapide, installation possible dans de nombreux pays) de tels élevages. Il discute aussi les conditions permettant de dépasser la répulsion culturelle que cette consommation peut susciter (G4).

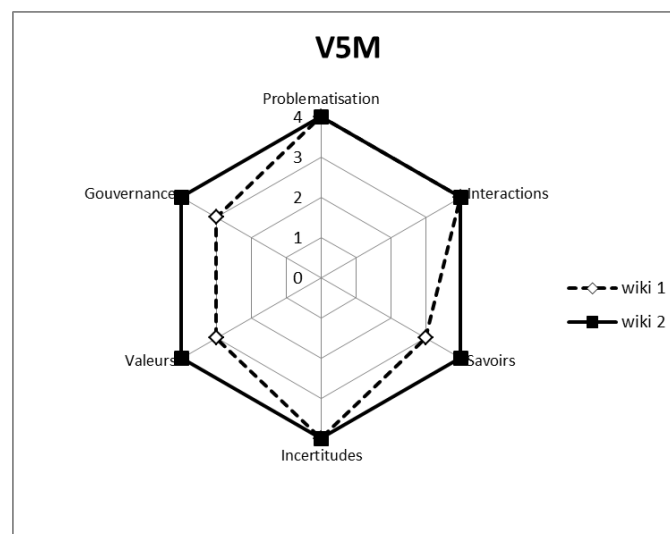


Figure VII-12 : Comparaison des RSSD présentés par les wikis 1 et 2 du groupe V5M

La partie sur les préoccupations écologiques est étoffée elle aussi, avec une exploration plus poussée des effets d'une consommation excessive sur les écosystèmes (utilisation de pesticides pour la production, impact de l'élevage industriel sur le changement climatique). Une synthèse est proposée dans la partie *Is there a solution* : elle intègre des considérations qui n'apparaissaient pas dans le wiki 1, comme celles à propos du bien-être animal, mais surtout elle s'inquiète des inégalités générées potentiellement par une augmentation du prix de la viande accompagnant un passage à une production plus durable.

¹⁶⁸ Cf. contribution 18, annexe 58

Les étudiants optent alors pour une action éducative forte (V4) visant la prise de conscience et la responsabilisation des citoyens. Ils insistent sur ce point dans leur conclusion.

VII.4.1.3 Description et analyses du forum V5

Le forum international V5 (annexe n° 58) est une discussion exploratoire de 36 contributions à laquelle ont participé 5 étudiants français et 4 australiens. Quatre rubriques ont été ouvertes.

Des différences de points de vue sont identifiées et mises en débat : (V5L-1, 2) *“What's funny that you think you can just reduce meat consumption. While I think we can completely remove the meat from our consumption!”* Les échanges permettent d’aborder les facettes de la QSVE sous des angles qui n’avaient pas été envisagés : par exemple avec V5M-1 (6), la question des prix et des effets de changements de consommation sur le marché des produits alimentaires est posée aux français qui ne l’avaient pas explorée. Les différences entre les wikis conduisent à expliciter les points de vue et à prendre conscience de l’influence de l’environnement culturel sur les RSSD. Ces échanges heuristiques aident les étudiants à mieux percevoir la complexité de la QSVE, ils l’expriment explicitement :

V5M-2(5)

I think that comparing our opinions from different geographical and cultural contexts has show how complex these issues really are.

V5L-4(8)

I completely agree with you the issue is somewhat complex [...] The best product does not exist as such, all products are different and meet different expectations on the part of consumers.

V5M-5(21)

Its hard to figure out a solution that will solve this issue of excessive meat consumption when there are many factors to consider.)

Bien que tous les participants se destinent à l’enseignement, ils ont peu envisagé l’aspect éducatif lorsque les deux groupes travaillaient indépendamment. Les échanges intergroupes conduisent à aborder progressivement ces questions (messages 15, 17, 18, 19, 21, 22, 32) et permettent une prise de conscience par les participants de leur rôle futur :

V5L-1 (22)

I totally agree with you, V5M-5, we must at first educate children. they are the future of our planet, but as we are the previous generation, we must teach them these things and give them an example.

V5L-5 (32)

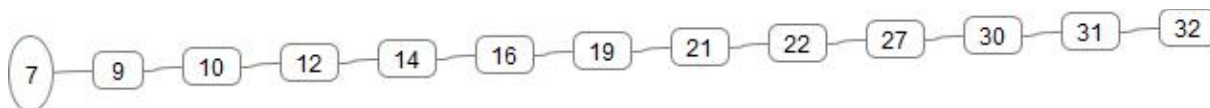
as future science teacher, my classmate and I are the first line in this challenge.

Afin de ne pas alourdir le texte, nous ne présenterons pas ici l'analyse de ce forum international avec autant de détails que nous l'avons fait pour l'exemple V4. Nous nous concentrerons sur deux fils de discussions. Nous les avons retenus car ce sont ceux qui sont liés aux principaux approfondissements de RSSD repérés dans les wikis 2. Nous indiquons les numéros d'ordre des messages du forum international en présentant les analyses de quelques messages mobilisant les trois domaines de référence des justifications.

Actions politiques possibles

Un premier fil de discussion se rapporte aux mesures politiques envisageables. Les actions sur les prix, la mise en place de taxes et de labels sont articulées avec la responsabilisation et l'éducation des consommateurs. Il est ouvert par V5L-3 (7) :

I think that's why people eat as much meat, it's easier and less expensive for them to eat a slice of ham or chopped steak with pasta, to take time to make a salad of soy with carrots, eggs and various seeds... People do not have time and money to take care of them!



Messages du forum V5 constituant le fil de discussion

actions politiques possibles

Il a donné lieu à une redéfinition du principe organisateur du groupe V5L, qui s'oriente vers dans le wiki 2 vers la critique sociale, avec passage aux niveaux P3, V3 et G4 (cf. annexe n° 33) :

La consommation de viande est un facteur de développement social. Or aujourd'hui la priorité est l'accès aux protéines d'origine animale avant de se soucier de savoir où et comment celles-ci sont produites. L'application d'un étiquetage ou d'un label (« élevé à l'herbe verte », « vache de plein champs ») serait une manière de montrer aux gens d'où viens la viande et surtout comment elle est produite. L'étiquetage plus stricte de la viande responsabiliserait le consommateur sur ce qu'il a vraiment dans son assiette. De ce fait, les prix seraient plus élevés qu'à l'actuel, mais il semble admis que les consommateurs soient prêts à payer

plus cher, une viande produite localement et durablement. La viande redeviendrait ainsi un met de « luxe » que l'on consommerait plus occasionnellement.

[...]

Il faut adapter la production locale aux pratiques agricoles et aux animaux présents sur place. Mettre en place un accord international instaurant des contraintes en terme de production de viande empêcherait les exportations vers les pays en développement. (cependant il semble manquer un organisme possédant les moyens d'en obliger les états)

Ce même fil de discussion est lié au passage dans le wiki 2 australien (annexe n° 34) au niveau G4 :

It appears that with this proposed solution and many others that there are always positive and negative factors that need to be accounted for and it begs the question as to where the line can be drawn between free will being too controlling?

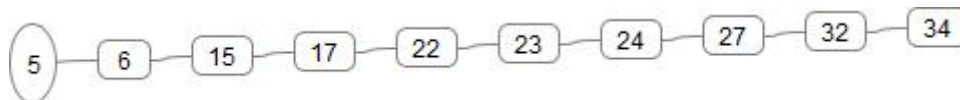
For that reason, perhaps the best solution is education for all consumers. Informing consumers about where the meat they eat comes from, the way it is farmed and the impact in which it has on the environment, could result in the public making wiser decisions about their purchases and eating of meat in excessive amounts.

Les contributions de V5L-5 (14) et V5M-1 (16) montrent la diversité de justifications des arguments :

<u>V5L-5</u> (14):	Faits, fondement pragmatique, par référence au monde objectif	- <i>For example French eat 70 kg (154 pound) of meat in a year (60kg for Germans).</i>
	Normes, fondement déontique, par référence au monde social	- <i>As you could imagine, meat particularly beef, take a big place in European culture. And the “meat culture” is deeply established in our mind.</i>
	Expériences vécues, perceptions affectives, par référence au monde subjectif	- <i>I’m really proud about my history, my culture, and our COOKING. Above all since UNESCO had raised the “French gourmet meal” as intangible cultural heritage of mankind.</i> - <i>it’s a fact, I love eat and cook.</i>
	Opinion raisonnée	- <i>So for me (and lot of people) I can’t imagine entirely renounce meat.</i>

V5M-1 (16):	Faits, fondement pragmatique, par référence au monde objectif	- <i>Unlike poultry, which is big on being organic or free range, etc here in Australia, red meat is not as well labelled</i> - <i>And generally, that meat which is better cuts or types or organic is more expensive.</i>
	Normes, fondement déontique, par référence au monde social	- <i>Everybody knows that Australians ("Aussies") love to barbeque. Any chance we get when the weather is nice we go outside and cook as much meat as we can. But we do not think about where this meat comes from that we buy or what effect it has on our environment now and in the future!</i> - <i>But then people just buy the cheap stuff without thinking about why it is cheap!!</i>
	Expériences vécues, perceptions affectives, par référence au monde subjectif	<i>Since reading information on this topic, when I now buy meat I really look hard at where that meat was produced and what sort of conditions the animals are bred under.</i>
	Opinion raisonnée	<i>Maybe a solution is to build more awareness in supermarkets or butcher stores about where their meat comes from. Or maybe we could increase the price of all meat as this would stop people buying it as often and make them cut back on the amount they eat. Encourage people to look at other options.</i>

The appeal of eating insects



Messages du forum V5 constituant le fil de discussion
the appeal of eating insects.

Nous avons vu que le groupe V5M a élargi son RSSD au-delà du contexte australien. La discussion à propos des incitations à l'entomophagie a donné lieu à un développement dans leur wiki 2 qui en témoigne :

In Asia, there are many restaurants that have only insect dishes and are cooked in a variety of different ways including; dried, smoked, grilled and even raw. Maybe it is time for the rest of the world to take notice of its neighbouring continents and seek advice about why they consume the foods they do and the benefits it has on their environment and economy as opposed to the over consumption of meat.

Les échanges dans le forum ont également conduit le groupe V5M à envisager d'autres mises en cohérence des savoirs socioscientifiques (K4) et à discuter les procédures de mise en œuvre des actions et de régulations entre acteurs (G4).

Le forum international a été l'occasion d'un sondage (V5L-1, 22) à propos de la disposition des participants à consommer des insectes :

1/ Tu vas au restaurant, tu n'as uniquement le choix entre des fourmis, des vers de terre, des scorpions ou des criquets. Qu'est ce que tu choisis ?

2/ Tu préférerais manger une soupe de fourmis broyées, assaisonner ton plat avec une poudre de criquet ou boire un jus de serpent?

3/ Tu dois faire un cake, tu as le choix entre de la farine de blé à 2euros le kilo et de la farine de ver de terre à 0,5euros le kilo. Laquelle achètes-tu ?

Cette enquête montre l'importance accordée par les étudiants à leur subjectivité dans cette réflexion qui n'est plus réduite aux apports diététiques, et qui considère l'acte alimentaire dans toute sa complexité au-delà de la simple nutrition. Nous observons que les échanges de ce fil de discussion convoquent les trois mondes habermassiens, en voici deux exemples :

<u>V5M-1</u> (6):	Faits, fondement pragmatique, par référence au monde objectif	<i>I also had no idea that they [insects] were so high in protein and other vitamins and minerals!!</i>
	Normes, fondement déontique, par référence au monde social	<i>I think that we in Australia also see it as dirty to eat them</i>
	Expériences vécues, perceptions affectives, par référence au monde subjectif	<i>Like V5M-2, I cannot believe we forgot to include insects into our discussion.</i>
	Opinion raisonnée	<i>maybe as you said if they were in a powder form then it would not be as mentally scary to eat them.</i>

<u>V5L-3</u> (17):	Faits, fondement pragmatique, par référence au monde objectif	<i>[...] to keep insects, it requires little space compared to cattle, so it's much better for the environment [...]</i>
	Normes, fondement déontique, par référence au monde social	<i>Often insects are seen as vectors of disease, so it will take much time to change opinions and habits ... why not to advertise for this kind of feeding?</i>
	Expériences vécues, perceptions affectives, par référence au monde subjectif	<i>no I have never eaten insects, except by mistake in my salad! hahaha.</i>
	Opinion raisonnée	<i>I think it's possible to eat insects, but they look like sad ... So like V5L-1 says, it would be interesting to make derivative works of insects ... like powder, cake or why not insects cookies!</i>

Les exemples des groupes E4 et E5 montrent que les fils de discussions dans lesquels les arguments se réfèrent aux trois mondes habermassiens aboutissent également à des approfondissements de RSSD dont les wikis 2 attestent.

VII.4.2 Groupes E4

Nous avons vu (VI.1.2) que le wiki 1 d'E4L ne prend pas en compte le contexte et est focalisé sur les problèmes écologiques, alors que le groupe E4M est très favorable au dessalement, insiste sur les avantages qu'il présente, et exprime une grande confiance dans les progrès techniques pour réduire son impact écologique. Les thèmes essentiellement discutés dans le forum ont été les limites du recours à la récupération des eaux de pluies, les avantages humains du dessalement et l'approvisionnement énergétique des usines.

VII.4.2.1 Contenus thématiques discutés et approfondissement des RSSD

Le wiki 2 du groupe E4L (annexe n° 39) enrichit le premier jet de 505 mots (donc de 50% du texte initial); il est organisé en parties et sous parties qui témoignent de l'organisation des idées.

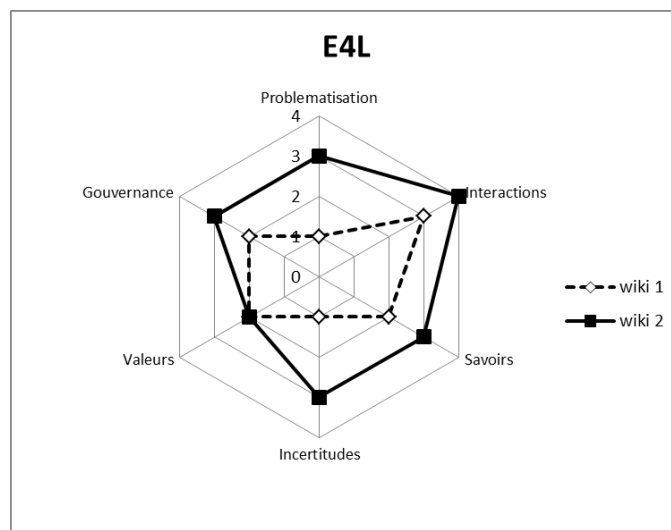


Figure VII-13 : Comparaison des RSSD présentés par les wikis 1 et 2 du groupe E4L

Comme dans le premier texte, aucune référence bibliographique n'a été indiquée. Les modifications du texte proviennent clairement des discussions dans le forum, elles montrent la prise en compte de la situation locale en présentant (P3) les avantages du dessalement tant du point de vue de l'approvisionnement en eau que sur le développement économique local (création d'emplois, mise en place d'infrastructures). La QSV est abordée concrètement et non plus comme une situation virtuelle, les efforts techniques visant à réduire l'impact écologique ainsi que les incitations à réduire la consommation sont considérés (I4). En outre, le nouveau texte argumente le choix d'approvisionnement énergétique, en considérant les arguments en faveur des énergies renouvelables (U3). L'enrichissement du RSSD d'E4L est surtout dans son ouverture sur les aspects humains et locaux de la question, mais ce groupe a éprouvé des difficultés à intégrer des savoirs scientifiques à un questionnement de société.

Dans le wiki 2 du groupe E4M, (annexe n° 40), 2001 mots supplémentaires apportent de nombreuses précisions et compléments d'informations aux arguments avancés dans le wiki 1. Ces ajouts sont issus de recherches documentaires ayant été provoquées par les questions de leurs correspondants. La mise en cohérence des savoirs socioscientifiques est travaillée, à la manière d'une argumentation qui se reconfigure dans un effort pour convaincre et prendre en compte les objections émises. Dans la figure ci-dessous, ceci se traduit apr le passage au niveau K4.

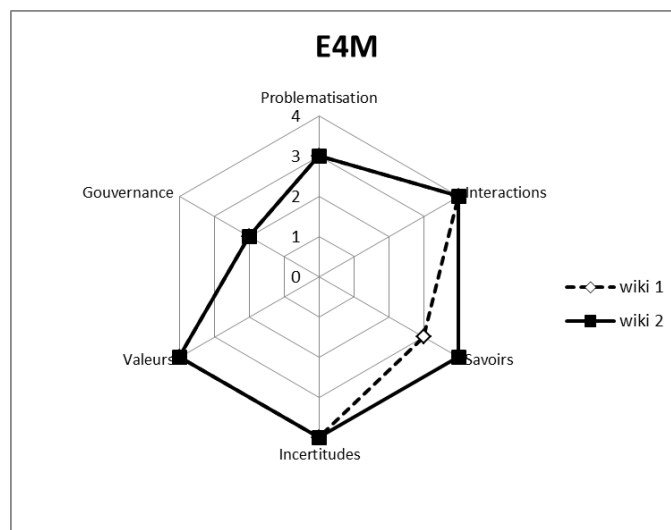


Figure VII-14 : Comparaison des RSSD présentés par les wikis 1 et 2 du groupe E4M

Les précisions et approfondissements concernent les conditions de relargage des saumures, leurs effets sur l'écosystème marin et leurs valorisations possibles dans l'industrie. Plusieurs ajouts discutent les avantages et risques de l'utilisation du nucléaire. La confiance témoignée par ces étudiants pour cette technologie y est bien moindre que celle affichée dans le wiki 1 pour les progrès ayant rendu possible le dessalement.

VII.4.2.2 Description et analyse des fils de discussion opérants du forum E4

Le forum international E4 est un ensemble de 35 contributions auquel ont participé 4 étudiants français et 6 australiens (annexe n° 57). Il contient un grand nombre de témoignages d'expériences vécues, des discussions d'éléments objectifs, et quelques références aux normes sociales, en particulier à propos de la question du nucléaire, question vive en Australie.

Le premier thème abordé dans le forum international est celui des rejets d'eaux saumâtres dans l'océan (messages 3,4, 10). E4M-1 répond aux interrogations des français en mettant en avant les progrès technologiques visant à réduire ces rejets et à les valoriser, ainsi que les multiples études d'impacts environnementaux en citant des références. Deux autres thèmes sont ensuite abordés : l'approvisionnement énergétique des usines avec une controverse à propos de l'utilisation du nucléaire (les français étant plus enclins que les australiens à l'utiliser), et l'utilisation de récupérateurs d'eaux pluviales. Ce dernier point conduit à envisager les aspects sociaux de la question (coût de l'installation, aides gouvernementales, installations individuelles ou collectives) et conduit aussi les australiens à rappeler aux français combien la dépendance à la pluie est un problème pour eux.

La discussion est exploratoire : en appui sur les différences entre les wikis 1 (cf. messages 3 et 4), les messages (5, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 14 etc.) répondent aux arguments

précédents, en indiquant à qui ils s'adressent, en séparant les aspects explorés par des retours à la ligne, et en se terminant par des questions. Les thèmes sont approfondis avec des recherches documentaires et des références citées (messages 4, 6, 11, 14,15, 25). Les australiens ne prennent pas position avant d'avoir recherché des informations précises, par exemple dans les contributions d'E4M-2 (8), E4M-3 (10), E4M-1, 11. Les fils de discussions s'entrecroisent et des liens se tissent : ainsi, la réflexion sur le nucléaire ouvre-t-elle une réflexion sur la taxe carbone et sa mise en œuvre en Australie et en France.



Messages du forum E4 constituant le fil de discussion
about nuclear energy

Les messages constituant le fil de discussion à propos des récupérateurs d'eaux de pluie sont liés aux multiples précisions sur la rudesse des conditions climatiques australiennes : 14, 15, 18, 19, 20, 21, 24, 26, 28, 31.



Messages du forum E4 constituant le fil de discussion
rainwater tanks

Au-delà d'une simple opposition entre le pour et le contre ou le juste et le faux, la complexité de la QSVE est reconnue :

E4M-3 (10)

On a black and white level, I am for the desalination plant and think it's a good solution to ensure that humans have this very important and vital resource (water). However, as with most issues it is not so black and white."

E4M-1 (14)

I agree that using the brackish water would have lesser problems, but can we really say that's the right thing? Is it as simple as just saying that the one that causes less damage the answer? I dont think it can be so simple, but nothing is.

La prise en considération de cette complexité amène à expliciter les valeurs en jeu, par exemple avec E4M-1 (11)

humans need water to survive, but we still want to help the enviroment, but its very hard to find a balance. Also people have an intrinsic right to want the to see the same species as their parents did or their grandparents before them. If we use desalination

we might lose some species and it wont be fair for future generations as they were unable to see these species. Then again if we dont have water we are not going to survive, so its very hard in this regard.

Les échanges ne se limitent pas à des informations objectives universelles, mais questionnent également les différences culturelles portant sur les normes et pratiques : E4L-1 (12)

I have a question about the Australian daily: Australians feel they concerned about the environment? Do they have small solutions to everyday? (low energy light bulbs, toilets) Or it is not at all in morality?

E4M-1 (14)

To answer your question E4L-1 i would stay Australia is quite keen on helping the enviroment. We do have a number of initiatives that the government has set up such as the solar power rebate, water tank rebate and the shower head exchange(swap your old shower head for a water saving one) (City of Melbourne n.d).[...] How does france feel about helping the enviroment? Do you have anything in place that helps with this

Les préoccupations s’inscrivent dans le quotidien :

E4M-5 (19)

The locals major concern and an extremely valid one at that was the effect this plant would have on local home prices as well as tourism for the area.

E4L-1 (24)

I wanted to ask you, do you live next to a desalination plant?

Les participants abordent leur vécu : E4L-1 (15)

About the water problem in your country, I would like to ask you more personal if you agree, have you personally changed your lifestyle, your daily face the problem of drought in Australia?

Ils n’hésitent pas à exprimer leur subjectivité (nous dénombrons 11 occurrences¹⁶⁹ du mot opinion dans le forum). E4M-4 (18) exprime l’importance de la contextualisation de cette QSVE “*This is probably more of an issue in Australia as it does affect our everyday life*”,

¹⁶⁹ Nous n’avons bien entendu compté qu’une occurrence lorsque le message est traduit en deux langues.

ainsi qu'E4M-6 (20) *“in my life time alone I have experience significant drought and flooding”*.

Il s'agit bien de partages des mondes vécus au sens habermassien. Les remarques à propos de l'intérêt de ces échanges sont nombreuses, telles que celle de E4M-5 (19)

This project is a great idea, I think it is a great way to broaden our horizons and look outside our own world to another and gain an insight into anothers perspective.

Les prises de position sont claires (E4M-5, 19) *“In simple terms I am for desalination plants”* et les australiens n'hésitent pas à interpeller les français : E4M-1 (22)

In your wiki you offer alternatives too desalination, i argue that they are can only be use simplar to a water tank. I mean that its only good for helping us reley less on the desalination rather then have no desalination plant at all. Do you disagree with me?

E4M-4 (23)

French students we haven't heard from you in a while, what do you think?

E4M-1 (26)

Can you repond to my above post, incase you missed it.

E4M-5 (28) *« you mentioned Nuclear Plants as a power source for a Desalination plant, does this mean you agree with Desalination? »*

Les thèmes débattus dans les forums permettent un approfondissement des RSSD. A *contrario*, pour ceux qui ne l'ont pas été, les wikis sont laissés inchangés. Ainsi, l'impact du prélèvement et des rejets sur la biodiversité marine n'a pas été questionné dans le forum, et ne donne lieu à aucun développement dans le wiki 2 français. Les étudiants français en restent à une affirmation du wiki 1 non remise en question. Mais nous observons que la discussion n'est opérante (c'est-à-dire conduit à l'approfondissement du RSSD des interlocuteurs) que lorsque les trois domaines de référence (objectif, social et subjectif) des arguments sont convoqués. Ce n'est par exemple pas le cas avec le fil d'une discussion - pourtant exploratoire - à propos du rejet des saumures, dans lequel seuls des faits objectifs sont énoncés. Des arguments scientifiques et des références tout à fait pertinents sont accumulés par les australiens E4M-1 et E4M-3, mais ne donnent lieu à aucune modification du texte français.

<p><u>E4M-1</u> (4):</p>	<p>Faits, fondement pragmatique, par référence au monde objectif</p>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Scientists are working on new technologies to increase the amount of water gained and decreasing the amount of brine being produced (csiro 2011).</i> - <i>They are using technology such as improving the membrane to increase efficiency, using waste heat to develop new technologies to recover the heat and turn it into energy for running the plant, using elements in the brine (csiro 2011).</i> - <i>Extracts from brine are estimated to be worth 250 million a year (csiro 2011).</i> - <i>Using the Hyper saline to make caustic soda, sodium cyanide and other products (csiro 2011).</i> - <i>Bitterns which can be made into epsom salt, magnesium for metal products and used as waste water or sewage treatment (csiro 2011).</i> - <i>Bitterns also have potassium, bromine and lithium salts (csiro 2011).</i>
------------------------------	--	--

<p><u>E4M-3</u> (10):</p>	<p>Faits, fondement pragmatique, par référence au monde objectif</p>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>As with any large construction, there is no way to be 100% certain that no wildlife will be affected.</i> - <i>However, there has been an incredible and impressive amount of research and work done by a combination of environmental departments of the government, environmental activists and scientists to find the most effective way to construct and use the plant with minimal cost to the environment,</i> - <i>and no long lasting effects (ie any habitats or species to be effected are expected to recover from the damage)</i>
-------------------------------	--	--

VII.4.3 Groupes E5

Nous retrouvons dans les ISD de la session E5 la distinction entre les fils de discussion opérants et non opérants que nous avons identifiée précédemment. Lorsque les fondements des arguments avancés dans le forum intergroupe ne font référence qu'au seul monde objectif, le thème discuté n'est pas repris dans l'écriture du wiki 2.

VII.4.3.1 Evolution du RSSD dans les wikis 2 E5M et E5L

Ceci est particulièrement net avec le groupe E5M, dont le wiki 2 est la reprise intégrale du wiki 1 à laquelle est simplement ajouté un paragraphe (319 mots, cf. annexe n° 42) sur l'utilisation d'eau des icebergs. Les français leur ont en effet suggéré l'alternative de l'utilisation d'eau d'icebergs tractés. Le groupe d'australien a examiné cette solution et l'a rigoureusement documentée (K4) même si les participants ne sont pas disposés à la retenir.

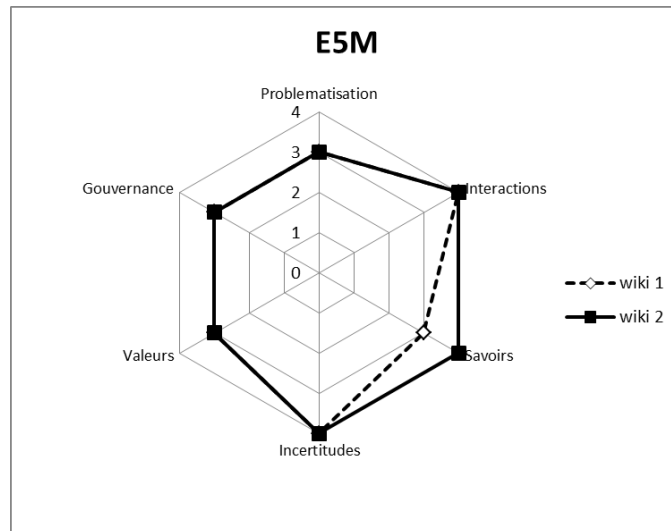


Figure VII-15 : Comparaison des RSSD présentés par les wikis 1 et 2 du groupe E5M

Le RSSD du groupe E5L et la structure de leur wiki ne sont également que peu modifiés. La comparaison avec le wiki 1 australien a conduit les étudiants à ajouter un paragraphe (498 mots, cf. annexe n° 41) sur le cas de Wonthaggi. Ils y ont simplement résumé les informations données par les australiens dans leur wiki 1 à propos de l'historique de la mise en place de l'usine, en explicitant la cohérence du point de vue du gouvernement australien (P4) et la nécessité de coordonner plusieurs sources d'informations pour évaluer les risques (U3). Cela n'a toutefois pas conduit le groupe E5L à explorer davantage les interactions dans le socio-écosystème local ; le RSSD présenté dans le wiki 2 est resté une approche générale de la QSVE des besoins d'eau dans le cadre de la croissance démographique globale.

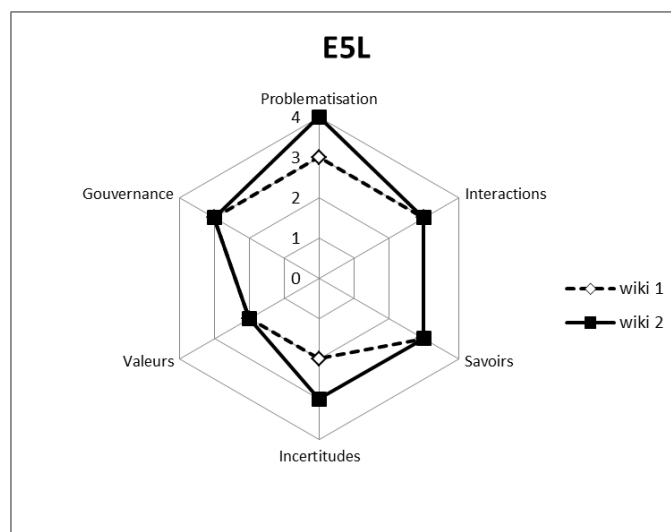


Figure VII-16 : Comparaison des RSSD présentés par les wikis 1 et 2 du groupe E5L

VII.4.3.2 Analyses mésoscopique et microscopique du forum E5

Le forum international E5, ensemble de trente-six contributions auquel ont participé six étudiants français et cinq australiens et dans lequel neuf rubriques ont été ouvertes (cf. annexe n° 59), n'a donc été que très peu opérant. Les étudiants attendaient beaucoup des échanges, mais ils n'ont pas réussi à aller aussi loin qu'ils l'auraient souhaité. Suite à la lecture de l'historique de la prise de décision présenté dans le wiki 1 de l'équipe australienne, les échanges dans le forum international ont principalement été orientés par un questionnement de la part des français souhaitant mieux connaître le contexte climatique, psychologique, politique de l'époque. Pourtant, ceci n'a pas donné lieu à des modifications du RSSD ; les étudiants français se sont informés, sans remettre en question leur RSSD. Les australiens, eux, n'ont pas trouvé dans le wiki 1 des français ce qu'ils y attendaient : E5M-3 (11) *“ however your Wiki did not provide much information, for me to make a concrete decision.”*

De très nombreux messages du forum ont concerné la comparaison des situations en France et en Australie, en cumulant des informations factuelles et sans les mettre en débat. E5M-2 (23) le regrette :

I think we all kind of forgot what this forum was about and that was a debate to see how each side views desalination plants. I understand that alot of people were curious about the situations here in Australia, and we were more than happy to answer them. Although, there doesn't seem to be much of a debate happening seeing as how both side seem to share the same opinions on the topic of desalination.

En outre, les groupes n'ont pas réussi à s'accorder sur un principe organisateur de leur travail collectif. Ainsi, lorsqu'E5L-1 (27) entre dans le débat et indique clairement qu'elle est contre le dessalement : *“ for me I find that these buildings are totally anthropocentric, are only short term solutions and destroy the surrounding ecosystem will generate more negative consequences than the one related to the creation of the plants”*, E5M-5 réaffirme que les centrales existent maintenant, et qu'elle ne voit pas d'autres solutions que de limiter leur impact. Le désaccord porte sur la question à se poser elle-même plus que sur les réponses possibles.

Dans ce contexte de discussions peinant à ouvrir des explorations intégrées, nous observons peu d'argumentations développées et la reconstitution de fils de discussion n'est pas aisée. Les contributions sont fragmentées en courts passages abordant différents thèmes

(par exemple à propos de l'approvisionnement énergétique dans les messages 2, 3, 11, 20, 26, 35). Dans ces passages à propos de l'approvisionnement énergétique, il est question de l'estimation du stock mondial de charbon, de l'effet de la combustion de ce charbon sur l'effet de serre, de l'utilisation de la force des marées et des problèmes dus à l'oxydation par le sel marin, du coût financier de telles installations, des pistes d'utilisation de l'énergie solaire. Les justifications des arguments avancés font toutes référence au monde objectif.

Les français E5L-1 et 2 ont voulu explorer la possibilité de réduire la consommation d'eau agricole (messages 3 et 14). Pour E5M-3, ceci est hors de propos en Australie du fait de la nécessité de production (message 11). Des comparaisons entre les activités agricoles française et australienne sont alors ébauchées ; elles concernent la part de l'agriculture dans l'économie, les différentes productions, les échanges commerciaux internationaux.



Messages du forum E5 abordant les utilisations agricoles de l'eau

Ces informations se référant au monde objectif sont simplement transmises, sans soutenir des opinions raisonnées explicites et sans être intégrées dans l'élaboration d'un RSSD collectif. La discussion s'arrête sur une question restée sans réponse :

E5L-2 (24)

Même si l'agriculture est l'industrie majeure en Australie, l'utilisation d'eaux usées, les fortes précipitations collectées lors de périodes El nino ou bien le traitement des eaux souterraines sont peut être des solutions à promouvoir?

Parmi les solutions d'approvisionnement pouvant remplacer le dessalement, sont abordées dans le forum celle de la promotion des récupérateurs de pluies (messages 16, 23, 34) et celle du recyclage des eaux usées (message 23). Concernant la récupération de pluies, ce sont les possibilités techniques et leur efficacité qui sont considérées. Les échanges ne font pas changer les positions, E5M-4(34) continuant de penser que cette solution aurait été préférable à celle de la construction de l'usine en mettant en avant la surface de toiture disponible, alors que cette solution ne paraît pas adaptée aux autres participants de l'échange qui mettent en avant l'irrégularité des précipitations. Cette discussion qui fait référence à des

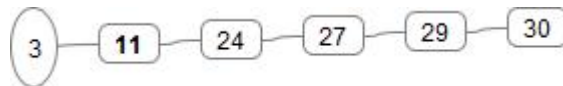
éléments objectifs ne donne pas lieu à des reprises dans les wiki 2, elle n'a pas fait avancer les RSSD.

La piste du recyclage des eaux usées envisagée dans le wiki français est écartée par E5M-2 (23) :

I believe one of the main problems standing in the way of using recycled water to supply Australian homes is the social tolerance of drinking recycled water. A survey conducted by the state government led to claims that recycled water was not a viable solution to Australia's water problems.

L'argumentation d'E5M-2 est fondée sur deux justifications se référant au monde social, mais aucun participant n'a repris cette discussion. Ce point est pourtant un élément clé de la controverse (cf. V.3.1.3). Il s'agit ici d'une occasion manquée par les participants de dépasser la rationalité technique.

Dans les discussions du forum E5, ce sont presque toujours les références au seul monde objectif qui fondent les prises de position. Les échanges n'ont été l'occasion de contradictions argumentées que sur peu d'aspects, et parmi eux seule la question de l'utilisation des icebergs comme source d'eau douce a ouvert un fil de discussion opérant pour les australiens.



Messages du forum E5 concernant l'utilisation de l'eau des icebergs

Cet échange est en effet le seul de l'ensemble du forum qui a conduit à la modification du wiki 2 du groupe E5M. C'est aussi celui pour lequel la différence de points de vue entre les groupes E5L et E5M a généré un dérangement socio-épistémologique aboutissant à des ISD relevant de l'agir communicationnel.

E5L-2 (3):

[...]We studied your wiki and we have a lot of questions on this subject. I hope that we'll can benefit from your knowledge. Thus, we have a lot of questions about your research : [...]Do you think that alternative solutions whom we proposed (icebergs, harnessing of submarine waters, factories of dew, demographic management) are solutions to consider? [...]

E5M-3 (11):

Hello E5L-2, My name is E5M-3, student from the Australian team.

I read your Wiki and I found it very interesting that we had very different concerns and views about desalination plants, and the alternatives proposed by your team were all ideas we as a team had never heard or even thought about! It is interesting that for the same topic we are being fed completely different information through the media!

In response to your questions:

[...]Personally, I believe the ice-berg solution is a very scary alternative and thought. Icebergs are a beautiful and natural wonder of the world, which we should not take for granted. To use these amazing structures as a quick fix to drought is very saddening, as we will eventually dry up our planet. I have never seen an ice-berg but I do hear about their beauty and that many people flock from around the globe to visit. [...]

E5L-2 (24):

Thank you for all the attention you brought to my message and the answer you provided. Regarding the iceberg, I do not know if this is a mistake because the icebergs are created all the time at the antactique. I think unlike the ice cap (tell me if I'm wrong?!), and so unfortunately this solution is to spend less energy while preserving the Antarctic marine ecosystems, why not? Don't you think even if it could be beautiful? [...]

E5L-1(27):

[...]One of your classmate told us that the icebergs were too beautiful and majestic to be used as a water resource, however, icebergs are reformed continuously and provide thousands of cubic meters of fresh water for Australia, towing icebergs already takes place under certain conditions and this not something new. [...]

E5M-5 (29):

Hi E5L-1, [...] In regards to the melting of icebergs, is this really practical solution? Will it be long term? How long willl the demand of water eventually outweigh the supply? Moving of icebergs to Australia will have many obstacles, such as melting as it reaches Australia, amount of water one iceberg will provide in contrast to the whole population, moreover the cost of travelling back and forth several time further increasing greenhouse gas emissions. Ultimately, this solution is relatively short term when compared to desalination plants which both have their own impacts to the environment. E5M-5

E5L-3 (30) :

Hy everybody I'm quite agree with you E5M-2 who thinks that currenty, alternative solutions proposed against desalination plants are a little bit idealistic in comparison with the huge problem in Australia. I'm not sure for example that the moving of iceberg is really pratical and unsafe for the environnement too. To your question " Are there a better alternative to desalination plants?", I will answer no...[...]

La mobilisation des trois mondes habermassiens pour justifier une opinion raisonnée suite au dérangement socio-épistémologique est par exemple repérable dans le message d'E5M-3 (11) :

E5M-3 (11):	Faits, fondement pragmatique, par référence au monde objectif	<i>- To use these amazing structures as a quick fix to drought is very saddening,as we will eventually dry up our planet</i>
	Normes, fondement déontique, par référence au monde social	<i>- Icebergs are a beautiful and natural wonder of the world which we should not take for granted.</i>
	Expériences vécues, perceptions affectives, par référence au monde subjectif	<i>- I have never seen an ice-berg but I do hear about their beauty and that many people flock from around the globe to visit.</i>
	Opinion raisonnée	<i>- Personally, I believe the ice-berg solution is a very scary alternative and thought.</i>

Le fil de discussion est opérant. Il renferme des justifications scientifiques (messages 24 et 27) qui permettent aux australiens d'approfondir leurs connaissances sur ce point, auxquels sont opposés des questionnements d'ordre pratique mais aussi expérientiels, éthiques (11) et sociétaux (11, 29). En remettant en question le caractère incontournable de l'implantation d'usines de dessalement, il n'a pas fait changer d'avis les étudiants du groupe E5 – ce qui n'est pas l'objectif de notre dispositif- mais leur a donné la possibilité d'approfondir et leurs connaissances scientifiques et leur réflexion critique, ce dont le doute épistémologique exprimé dans leur wiki 2 témoigne.

Bilan du chapitre VII

La mise en relation des analyses des ISD au cours du processus de construction collective de RSSD avec les analyses des produits de ces interactions tels qu'ils sont exposés dans les wikis 2 révèle trois cas de figures quant aux effets des échanges intergroupes sur les RSSD.

Dans le premier cas, il n'y a pas de discussions entre les groupes (groupes de la session A1 et des sessions 3) et les étudiants ne reviennent pas sur leur premier RSSD, malgré les différences entre leurs wikis 1.

Dans le deuxième cas de figure, des discussions peuvent conduire à compléter le wiki 1 mais sans en changer la nature et tout en s'avérant peu opérantes sur l'approfondissement des RSSD. Ceci se produit lorsque les discussions ne mobilisent pas d'autres références que celles du monde objectif, c'est-à-dire les énoncés pragmatiques de faits observables, les descriptions de phénomènes physico-chimiques, biologiques ou sociétaux en interactions dans les socio-écosystèmes.

Dans le troisième cas de figure, certains échanges dans les forums internationaux ont provoqué l'approfondissement des RSSD en reconfigurant la problématisation et la mise en cohérence des savoirs, en potentialisant les réflexions sur les incertitudes et les contextes particuliers, en discutant les modalités de gouvernance rendant possible la participation de non-spécialistes à la prise en charge de la QSVE. L'identification des thèmes faisant l'objet de tels approfondissements dans les wikis 2 et la reconstitution des fils de discussions à propos de ces thèmes au cours des échanges intergroupes révèlent que ce sont ceux pour lesquels un agir communicationnel s'est développé. Il s'agit en effet de discussions exploratoires et intégratives dont les arguments sont fondés par des justifications faisant référence aux trois mondes habermassiens : le monde objectif dans une recherche d'exactitude bien entendu , mais aussi celui des normes sociales avec les énoncés de « *ce qui se fait* » et de « *ce qu'il convient de faire* » dans une recherche de conformité aux usages, traditions, et pratiques de groupes sociaux, et également le monde subjectif avec les témoignages d'expériences vécues, d'affects et de perceptions individuelles dans une recherche de sincérité de la part des participants.

Nous sommes en mesure d'affirmer que de telles ISD sont opérantes puisque les RSSD correspondant à ces objets de réflexion sont approfondis dans les wikis 2. Toutefois, les analyses montrent également que les approfondissements ne proviennent pas exclusivement des discussions inter groupes, certains étant le fruit de recherches

documentaires et réflexions conduites au sein des groupes en parallèle des forums. C'est donc le rôle déclencheur de ces échanges qui est fondamental. Tenir une position ou bien arriver à en changer, faire un « *pas de côté* » pour reconsidérer et approfondir un RSSD, c'est ajouter au **prouvé** de la raison la réflexion critique sur le **convenu** du groupe social d'appartenance, ainsi que l'**éprouvé** du vécu dans lequel s'expriment aussi des savoirs de vie, des émotions et des valeurs.

Chapitre VIII Discussion

L'ensemble de notre travail est fondé épistémologiquement sur la nécessité de penser collectivement la durabilité comme une problématique des relations entre technosciences et sociétés, et l'importance de lier l'éducation scientifique aux réflexions sur la gouvernance des biens communs. Nous souhaitons dans ce chapitre revenir sur cette orientation de recherche, sur ses apports, limites et perspectives, en discutant trois questions concernant les implications possibles de notre travail dans des mises en œuvre concrètes en classe. La première question est celle de la validité de notre modèle d'analyse des RSSD. En quoi notre grille s'applique-telle à des raisonnements collectifs et est-elle transférable à d'autres groupes, à d'autres QSVE dans d'autres situations ? La seconde question est celle des analyses d'ISD en tant que processus collaboratif de construction de RSSD : en quoi leur analyse fait-elle apparaître l'importance de la diversité des arguments avancés et des identités affichées au cours des constructions des RSSD ? La troisième question est celle des perspectives didactiques : en quoi l'utilisation des outils numériques de mise en réseau peut-elle rendre possibles et fécondes des approches interculturelles de l'expertise citoyenne ?

VIII.1 Domaine de validité et transférabilité du modèle RSSD

Notre modèle d'analyse des RSSD est basé sur une conception de l'expertise des QSVE comme un processus collégial d'intégration des incertitudes, des risques, de la complexité et de la vivacité sociale dans la prise de décision politique vis-à-vis des innovations technoscientifiques. Il s'adresse à la prise en charge de la dimension sociétale des QSVE par les collectifs, et examine le traitement des controverses socioscientifiques sans les réduire à celui des controverses scientifiques. Les controverses socioscientifiques sont intrinsèquement scientifiques, et il est nécessaire que les enseignants conduisent les apprenants à confronter les arguments avancés dans les débats aux résultats établis et stabilisés par la communauté scientifique, de façon à délimiter leur validité. Il ne s'agit en effet pas ici d'adopter une posture relativiste qui considérerait tout savoir comme contingent, relatif à une époque et à un environnement socioculturel au prétexte qu'il est socialement construit. La reproductibilité des résultats de l'activité scientifique, le mode de production de ces savoirs soumis à la réfutation par des pairs constituent à nos yeux la garantie de leur objectivité. Pourtant, la seule recherche de la référence scientifique, qui structure l'enseignement traditionnel des sciences, est incompatible avec l'enseignement de questions socioscientifiques, aux références multiples et fondé sur des savoirs mais également des

valeurs (Simonneaux, 2006 *ibid.* ; Molinatti, 2007 *ibid.* ; Urgelli, 2009 *ibid.*). L'évaluation de l'exactitude scientifique des arguments avancés est donc nécessaire, mais non suffisante. Elle n'est pas au cœur de nos analyses. En effet, notre dispositif didactique de travail collaboratif impliquant des étudiants en masters de disciplines scientifiques permet sa prise en charge au sein du collectif. En revanche, l'importance des savoirs scientifiques pour poser les questions clés et éviter les malentendus, mise en évidence par Lewis & Leach (2006 *ibid.*, chap. III), est centrale dans notre modèle qui rend compte de la mobilisation, de l'examen de la pertinence et de l'articulation des connaissances scientifiques au cours du traitement collectif des controverses.

Ce qui se joue dans les QSVE dépasse largement les controverses scientifiques. L'appel au savoir réputé objectif reste pourtant le recours rhétorique le plus répandu dans les débats publics sur les innovations technoscientifiques, qui tournent au dialogue de sourds lorsqu'il n'y a pas de socle commun d'argumentation du fait de l'hétérogénéité d'acteurs (Gingras, 2013). En s'intéressant à la manière dont les élèves négocient avec des informations multiples et parfois contradictoires, Kolstø (2001b) a relevé une tendance à la survalorisation des compétences de spécialistes par les élèves. Elle peut conduire à abandonner aux experts le terrain de la décision. Notre modèle permet de pointer les pondérations de discours et les réflexions sur la recevabilité des savoirs. Il a permis de montrer au cours du traitement collectif des QSVE une évolution du degré de circonspection dans les RSSD vis-à-vis des différentes expertises. Les RSSD ont en effet leur place dans un continuum entre les controverses de spécialistes dont il faut bien reconnaître que certains objets très techniques ne sont pas toujours facilement accessibles, et les controverses entièrement idéologiques dans lesquelles la dissension sur les valeurs l'emporte souvent sur la recherche de consensus. L'objet de notre caractérisation des RSSD est de situer les raisonnements dans l'exploration des collectifs que proposent Callon & al. (2001, *ibid.*) pour « *Agir dans un monde incertain* » en réponse à la double déléation qu'ils observent dans les sociétés postmodernes : déléation de la production des savoirs aux scientifiques et déléation du pouvoir politique aux représentants des citoyens dans les assemblées démocratiques. Considérant les dispositions individuelles à appréhender collectivement la complexité et les incertitudes des QSVE comme un enjeu fort d'apprentissage de l'écocitoyenneté scientifique critique, le modèle RSSD s'applique à la construction collégiale d'un *monde commun* (Latour, 2003 *ibid.*, chap 1), en ce qu'il permet d'identifier les distinctions opérées entre les controverses de différentes natures et les focalisations sur certaines d'entre elles. Nous adhérons pleinement au postulat de Sadler (2011 *ibid.*, p 3) : « *If our goal is to help students become better able to contribute to debates*

and decisions about important societal issues with links to science and technology, then we need to create learning contexts such that learners actually confront some of these issues and gain experiences negotiating their inherent complexities". Sadler estime nécessaire d'élaborer un modèle standard d'évaluation des SSR afin de crédibiliser et généraliser les approches scolaires des SSI en rendant possible des comparaisons internationales à l'image des enquêtes PISA. C'est dans cette visée qu'a été élaboré le modèle d'évaluation en 2007 par Sadler, Barab & Scott, dans lequel quatre aspects de la pratique des raisonnements informels sont examinés.

Sadler & al. (2007, *ibid.*) ont révélé une corrélation entre les performances d'élèves pour deux des quatre aspects (*inquiry and complexity*) analysés, ce qui les a conduits à envisager l'existence d'une structure cognitive sous-jacente, le SSR "*a single construct with interrelated subconstruct*". Ces structures cognitives, que Sadler nomme "*underlying latent variable*" sont (cf. chapitre III) des schèmes au sens de Vergnaud (2007, *ibid.*). Le suivi des acquisitions des apprenants est alors celui de la plasticité de ces schèmes. La question qui en découle est celle des transferts envisageables des modèles d'analyse d'une situation-problème d'apprentissage à l'autre. C'est ce que Sadler, Klosterman & Topcu (2011 *ibid.*) ont recherché à mettre en évidence avec le programme CATSI, l'hypothèse étant (p 59) : "*that learning experiences in one SSI context enhances SSR as displayed in different SSI contexts*". Bien qu'ayant modifié leur modèle en regroupant dans une même rubrique deux des aspects qu'ils examinaient en 2007 (*perspectives* et *skepticism*), ils n'ont, contrairement à leurs attentes, observé aucune corrélation entre les trois aspects qu'ils ont retenu pour évaluer les réponses des élèves aux questionnaires. L'hypothèse de l'unité cognitive du modèle SSR n'a donc selon ces auteurs pas été validée. Une autre hypothèse a été éprouvée, celle de la transférabilité du SSR : les questionnaires constituaient un dispositif de pré/post test, il s'agissait de deux situations relatives à la pollution de l'eau et à ses implications économiques. Après avoir travaillé sur la question du changement climatique, les élèves n'ont pas eu de meilleures performances au post test. Considérant que (p 58) : "*In order for an aspects to be meaningful for a measurement perspective, it would need to be fairly stable across contexts*", Sadler & al. remettent en question la transférabilité des évaluations des pratiques de raisonnement d'un contexte à un autre, et ce même en considérant les trois aspects du SSR séparément. Ils envisagent alors de reconsidérer les niveaux qu'ils ont utilisés pour chacun des aspects, et ils questionnent la durée des séquences d'apprentissage suffisante pour permettre des acquisitions individuelles stables et transférables. A la question : "*Is there a pattern of reasoning broadly applicable to all or most SSIs?*", Simonneaux (2012) répond :

“We would say yes, a pattern can be applicable, but as it is the case with a lot of what we learn, transferring reasoning to the same level of detail is problematic?”.

Notre étude n’apporte pas de résultats empiriques pour répondre à la question posée par Sadler (2011, *ibid.*) du transfert des compétences acquises dans d’autres situations. En effet le dispositif mis en place a conduit les participants à n’aborder qu’une seule QSVE. Ceci constitue, sans aucun doute de notre part, une limite de son potentiel formateur. Le traitement d’une seule QSVE, en une demi-douzaine d’heures, qui plus est en fin de parcours universitaire, ne peut permettre d’atteindre pleinement les objectifs d’éducation à la citoyenneté scientifique critique et active. Cependant, nous n’avons pas conçu le modèle RSSD pour être un outil d’évaluation des élèves individuellement, mais comme une grille d’analyse de raisonnements collectifs. En effet, la question de l’évaluation individuelle des pratiques de raisonnement ne nous paraît pas première après l’analyse épistémologique que nous avons développée au chapitre I. Cela n’exclut pas de considérer l’engagement individuel dans l’action. Notre analyse conduit à concevoir l’expertise des QSVE comme un processus collégial impliquant la participation de chacun aux processus démocratiques dans une gestion territorialisée. Deux éléments nous paraissent alors à discuter dans le débat sur la fonction des modèles d’analyse des raisonnements et leur éventuelle application standardisée.

Le premier est le caractère situé des QSVE. Le second est celui de la participation à une exploration collective. Nous avons insisté sur la nature intrinsèquement contextualisée des QSVE. Nous estimons que chacune est une situation-problème particulière dont la complexité ne peut être appréhendée autrement que dans son contexte spécifique. Reconnaître la nature contextualisée des situations-problèmes conduit à envisager, non pas des approches standardisées, mais des approfondissements des différentes dimensions dépendant des situations et des milieux didactiques. Ainsi par exemple avec la QSVE de l’évolution de la consommation de viande, il n’est pas surprenant à nos yeux que l’approfondissement des interactions dans les socio-écosystèmes (dimension I de notre modèle) par de futurs professeurs de SVT ne soit pas le même qu’avec la QSVE des marées vertes. Les *habitus* disciplinaires jouent ; pour ces étudiants, les analyses des interactions en termes de systèmes sont plus coutumières à l’échelle régionale qu’à l’échelle globale, échelle où ils sont davantage formés à des approches de cycles bio-géo-chimiques. De futurs enseignants de disciplines agronomiques et économiques ont de leur côté eu beaucoup plus d’aisance dans la déconstruction /reconstruction des interactions entre socio et écosystèmes à l’échelle globale. La médiatisation des QSVE oriente également les réflexions, celle des marées vertes donnant par exemple préférentiellement la parole à des acteurs, dirige vers l’examen des différents

points de vues, alors que la médiatisation de l'évolution de la consommation de viande met l'accent sur les ressources alternatives de protéines et leurs utilisations possibles (dimension U de notre modèle). Nous avons, comme Simonneaux & Simonneaux (2009 a *ibid.*) dans le cas de QSVE locales, observé que la prise en compte des intérêts en jeu (dimension P) est plus faible par les participants distants que par les locaux, la distance au contexte favorisant la critique de l'expertise scientifique, et la proximité favorisant l'examen des valeurs en jeu. Il nous paraît dans ces conditions illusoire de penser que le traitement d'une QSVE développe des pratiques directement transférables. En revanche, nous pensons essentiel de concevoir des séquences permettant de travailler les différentes dimensions en adaptant les contextes des études aux évolutions des groupes, le modèle RSSD permettant d'éclairer ces choix de contextes.

Dans une approche didactique (la didactique étant entendue avec Chevallard, 2010, comme « *la science des conditions et contraintes de la diffusion des systèmes de connaissances dans la société* »), le modèle RSSD se veut un outil de suivi des acquisitions en fonction des milieux d'apprentissages. La perspective théorique dans laquelle s'inscrivent les recherches relatives aux raisonnements socioscientifiques est celle du courant « situé » de l'action et de la cognition, issu des travaux de Suchman (1987). Cette orientation théorique s'appuie sur l'idée selon laquelle la complexité des comportements est liée à la complexité des environnements : « *Non seulement les capacités cognitives d'un agent situé dans son environnement dépassent les capacités cognitives d'un agent considéré en isolation, mais les capacités cognitives d'un groupe d'agents dépassent les capacités cognitives de ses membres considérés en isolation.* » (Laville, 2000, p. 1303). Cette approche fonde les courants de l'action située (utilisation des ressources conceptuelles et physiques de l'environnement) et de la cognition distribuée (cognition répartie dans les interactions avec d'autres personnes) développés en sociologie, en anthropologie, dans la psychologie culturelle et dans les nouvelles approches de recherche en agronomie. Plus que des arrière-plans, les contextes structurent la manière dont les participants s'engagent dans les activités. En didactique, l'importance des environnements dans les apprentissages est saisie avec le concept de « milieu didactique », (Brousseau, 1988) qui reconnaît que les environnements - ou les contextes - d'apprentissages permettent mais aussi limitent les apprentissages. Ces environnements sont formés par les participants, les ressources conceptuelles et physiques, et les règles qui définissent les participations. Ainsi, au sens didactique comme au sens de la cognition située, la nature des collectifs constitués et des interactions prenant place est un élément de contexte à ne pas négliger. Les ISD entre étudiants de disciplines et d'origines

géographiques différentes s'avèrent être des leviers forts dans les apprentissages des RSSD : nous avons relevé combien les dérangements socio-épistémologiques liés à la confrontation de productions de groupes n'ayant pas les mêmes principes organisateurs sont déterminants. Pour Tartas (2012 *ibid.*, p 52), « *Il apparait crucial de construire des dispositifs permettant d'une part, de suivre les traces des activités sociocognitives de l'enfant et, d'autre part, de pouvoir identifier les conditions dans lesquelles ces traces préalables deviennent des instruments pour l'enfant dans une étape ultérieure.* » C'est dans cette visée que le modèle RSSD prend tout son sens, y compris en formation d'adultes. Le modèle RSSD ne vise pas l'identification d'opérations cognitives d'ordre général et transférables, mais la mise en évidence des atouts et limites des stratégies de collectifs intégrant les expériences des personnes à des situations spécifiques.

Nos résultats nous font estimer nécessaire de concevoir la formation à l'expertise citoyenne, scientifique et critique des QSVE en termes d'orchestration de la diversité des situations rencontrées dans des parcours de formation ET d'orchestration des dérangements socio-épistémologiques organisés. Le modèle RSSD pourrait alors y constituer un outil de suivi des acquisitions et d'aide au choix durant de tels parcours de formation.

VIII.2 Apports de l'analyse des interactions socio-discursives

Notre analyse du processus interactionnel peut sembler partager de nombreux points communs avec les travaux sur l'argumentation en sciences (Kelly, Druker, & Chen, 1998 ; Orange, 1998 ; Osborne, Erduran, & Simon, 2004 ; Erduran & Jiménez-Aleixandre, 2008). Elle s'en distingue cependant par la nature du regard porté sur les contributions argumentées. Les recherches sur l'argumentation en sciences se basent sur le modèle procédural de Toulmin (1958, *ibid.*), repris par Adam (1992), selon lequel l'argumentation peut être modélisée par un schéma de base : dans les propositions, des données permettent d'arriver à des conclusions grâce à des garanties qui justifient ce passage, lequel est restreint par des conditions d'exception ou de réfutation. Ce modèle décrit comment l'opposition de points de vue permet de consolider celui qui sera retenu. Mais le processus que nous décrivons est moins basé sur l'opposition d'arguments contradictoires que sur l'attention portée à la multiplicité des arguments dans une dynamique collaborative. Le modèle argumentatif de Toulmin ne s'est pas avéré le plus adapté aux interactions que nous analysons. Une des critiques qui lui a été opposée est sa structure linéaire monologique (Brassart, 1987) due à la non-intégration des rétroactions de l'auditoire qui confèrent à l'échange d'arguments sa dimension dialogique. Golder (1996) l'a remis également en cause en postulant que l'argumentation n'implique pas

la seule justification qui organise le raisonnement soutenu, mais aussi la négociation qui prend en compte la position adverse par des concessions, réfutations et contre-argumentations. Trabelsi & Simonneaux (2006) ont quant à elles reproché à ce modèle de mettre l'accent sur les relations structurelles, sans rendre compte des aspects sociaux liés aux interactions langagières.

Nous n'avons conservé du modèle argumentatif de Toulmin que la distinction entre arguments et fondements. Nous avons préféré à l'analyse des arguments selon ce modèle une approche de l'activité discursive qui considère les contributions par leurs effets plus que par leur structure. Avec les QSV il ne s'agit pas de construire un raisonnement formel, logique et rigoureux par recours à des preuves fiables et objectives, mais de reconnaître et investir la complexité de questions dans lesquelles les appartenances culturelles et sociales, comme les expériences individuelles sont convoquées. Hervé (2012) rappelle que de nombreux travaux ont montré qu'une pluralité d'arguments est utilisée dans les controverses scientifiques par les élèves pour justifier leurs propres positions et expliquer les désaccords entre scientifiques. Ces arguments sont organisés autour de la preuve, mais relèvent aussi des principes moraux et des expériences personnelles. Trabelsi & Simonneaux ont par ailleurs souligné l'importance des affects dans la progression des échanges argumentatifs : « *les locuteurs adhèrent à leurs discours, leurs valeurs sont en jeu, ils doutent devant un contre argument, ressentent le stress en construisant la justification de leurs points de vue, de l'agressivité et de l'irritation contre les positions rivales...* » (p 164). Pour toutes ces raisons, mais aussi parce que Chouchane (2010) a montré comment le recours à la typologie habermassienne des trois mondes permet de caractériser différents types d'agir dans les débats oraux et peut être un indicateur de l'émergence de la pensée critique, nous nous sommes attachés à catégoriser les justifications d'après leurs domaines de prétention à la validité. Grace à l'adaptation de la typologie de Mercer (1995, *ibid.*), notre analyse des interactions ne considère pas l'argument pour lui-même et en tant qu'unité d'analyse, mais en tant qu'intervention dans un système d'activités discursives qu'il modifie.

Evagorou (2011 *ibid.*) estime que le modèle de Toulmin n'est pas applicable aux productions écrites, étant un cadre destiné à évaluer l'argumentation dans des dialogues oraux, et la même question peut se poser avec les outils d'analyses que nous avons utilisés. Notre corpus est en effet constitué de productions écrites, nos analyses des ISD étant principalement celles de forums. La frontière entre oral et écrit s'est déplacée avec les

pratiques numériques de la génération des « *digital natives* »¹⁷⁰ utilisant de toujours plus nombreux objets numériques - matériels et logiciels- nomades et ubiquitaires. Il apparaît que les forums ont acquis un statut intermédiaire entre oral et écrit aux yeux des participants, le statut d'écrit des wikis étant quant à lui resté fort. La production argumentative en situation écrite qui nous intéresse ici nécessite l'analyse des formes de prise en charge d'arguments multiples. C'est pourquoi nous avons adapté la typologie de Mercer à ces types de supports, en distinguant les discussions exploratoires distribuées et les discussions exploratoires intégratives. Golder & Favart (2003) décrivent à l'oral des procédés de prise en compte de l'existence de différents points de vue possibles allant de la mise à distance par la prise en charge énonciative du type « *je pense* », à l'anticipation des contre-argumentations en évoquant et réfutant les contre-arguments potentiels avant même qu'ils soient énoncés. Parce que nous observons de tels procédés dans les forums, et parce que les travaux de Mercer et de Chouchane ne portent pas sur la communication non verbale, l'application de ces méthodes d'analyse aux échanges dans les forums est possible. En analysant les dynamiques des ISD, nous avons pu observer une originalité intéressante de l'utilisation d'outils numériques pour les débats : ils peuvent contribuer à l'intégration des approches par le double caractère - asynchrone et synoptique- de l'utilisation des wikis et forums, pratique qui favorise une prise de recul au cours du processus d'élaboration de raisonnements collectifs. En effet, contrairement à un débat oral, les échanges peuvent être asynchrones. Chaque participant à la possibilité, avant d'apporter sa contribution, de balayer l'ensemble des dialogues, de passer en revue tous les échanges se rattachant à l'aspect du problème qu'il aborde, de retrouver visuellement les argumentations qui ont été avancées.

La perspective de l'interactionnisme socio-discursif, qui adopte la notion de *personne* « *pour souligner la radicale singularité de la structure psychique de chaque individu, conséquence de l'inévitable singularité de son histoire de formation* » (Bronckart, 2009, p. 7) s'est avérée féconde. L'analyse des ISD, en croisant la typologie de Mercer pour l'orientation des interactions discursives et celle des mondes habermassiens pour les domaines de prétention à la validité des arguments permet de mieux comprendre la nature des dérangements socio-épistémologiques à l'œuvre dans les fils de discussions que nous avons qualifiés d'opérants. A l'instar des observations d'argumentations individuelles d'élèves (Ratcliffe, 1997 ; Yang & Anderson, 2003 *ibid.*), il apparaît dans les wikis (au statut de

¹⁷⁰ L'expression *digital native* a été utilisée par Prensky (2001), pour distinguer les élèves et étudiants qui ont grandi dans un environnement de communications numériques, de leurs professeurs *digital immigrants* qui ont du s'y adapter.

productions écrites collectives) de notre corpus que ce sont surtout des informations scientifiques qui sont mises en avant pour supporter les raisonnements. L'intérêt d'analyser les ISD au cours du processus collégial d'expertise des QSVE est justement de ne pas surestimer la place accordée aux savoirs objectifs dans la co-construction des RSSD. En reprenant un dispositif très comparable au notre mais en travaillant avec des élèves (canadiens, chinois, norvégiens et suédois) plus jeunes (16-19 ans) sur la question du changement climatique, Korsager & Jorde (2013) ont observé comme nous que d'autres types de savoirs sont avancés dans les discussions exploratoires durant la construction de wikis. Des arguments pourtant déterminants dans les prises de position n'apparaissent pas dans les textes définitifs. Dans notre corpus, les exemples à propos des cultures de cellules musculaires in vitro (groupes V4M et L), ou de l'utilisation des icebergs (groupes E5M et L) montrent bien cette différence entre ce qui est *dit* dans les forums et ce qui est *écrit* dans les wikis. Nous avons pu mettre en évidence une relation entre les approfondissements des RSSD et les discussions exploratoires intégratives dans lesquelles les trois mondes habermassiens sont convoqués. Au cours des échanges opérants, les savoirs évaluables sur la base des critères de vérité ne sont pas plus déterminants que ceux renvoyant à la conformité aux normes sociales, à la sincérité des personnes et à l'authenticité de leurs témoignages d'expériences. Nous observons que les confrontations entre des étudiants d'origines différentes durant les expertises collégiales de QSVE, permettent d'approfondir les RSSD co-construits quand un agir communicationnel émerge des discussions exploratoires. Celui-ci mobilise des connaissances relatives au monde objectif dans ses dimensions matérielles, aux interactions entre les individus qui définissent les normes des groupes sociaux, au monde subjectif des expériences et émotions des personnes. Ces épisodes d'agir communicationnel permettent aux groupes de dépasser les focalisations sur les facettes soit scientifiques soit sociales des controverses, de considérer des points de vues divergents, de prendre davantage en compte les spécificités des contextes et de repenser les articulations des savoirs socioscientifiques. L'analyse des ISD permet de lier ces épisodes déterminants à l'influence des identités sur les RSS.

L'identité (être un « type de personne ») est pour chacun affaire de différenciations (reconnaisances de l'altérité) et d'identifications (reconnaisance de l'appartenance à des groupes). Elle est donc le produit contingent des interactions sociales. Les recherches de Jimenez-Aleixandre (2006 *ibid.*) et de Simonneaux & Simonneaux (2009b, *ibid.*) ont montré que les raisonnements socio-scientifiques sont influencés par les identités. L'analyse des ISD en catégories correspondants aux mondes habermassiens permet de repérer les justifications

se référant à la conformité aux normes sociales, et aux expériences individuelles, elle révèle ainsi des constructions identitaires dans les échanges. Car « *les identités ne peuvent devenir explicites que dans un contexte de comparaison et [...] le contact culturel est le mécanisme sociologique principal qui permet cette comparaison.*» (Azzi et Klein, 1998, p. 77). Dans notre corpus, les échanges ont donné lieu à des expositions d'identités diverses par les participants, qui se présentent comme venant d'une région réputée pour sa gastronomie, vivant dans une exploitation agricole, ayant passé leur enfance en Bretagne ou à voyager autour du monde, spécialiste de la biologie moléculaire, future maman, ancien végétarien, professeurs stagiaires, défenseurs de l'agriculture de proximité, etc. Nous avons par ailleurs (chapitre VI) identifié des postures (scientifiques neutres, professionnels engagés, profanes concernés) privilégiées par les groupes lors de l'adoption des principes organisateurs de leurs réflexions et nous avons observé l'effet des identités affichées sur les dynamiques collectives dans le cas d'implication forte dans une QSVE locale. Cette pluralité des appartenances identitaires exposées détermine l'émergence de compréhensions mutuelles et l'édification d'un monde commun par les collectifs dans l'expertise collégiale des QSVE. Les confrontations de normes et de pratiques sociales, d'expériences vécues, mais aussi des principes organisateurs qui orientent les RSSD conduisent à une réflexion critique sur les relations entre technosciences et sociétés. Ces dérangements socio-épistémologiques génèrent des prises de conscience identitaires, des déconstructions/reconstructions de la pluralité des identités.

Gee (2000) décrit la pluralité des identités d'un même individu en quatre composantes. Les identités naturelles, *N-identities*, décrivent des états soumis aux forces de la nature (untel est un jumeau vrai). Les identités institutionnelles, *I-Identities*, sont liées au statut social (untel est professeur), elles dépendent de l'autorité des institutions. Les identités affinitaires, *A-Identities*, sont définies par le partage de pratiques dans des groupes d'affinités (untel est fan de *Star trek* et collectionne les objets dérivés de cette série). La quatrième catégorie, *D-identities*, est celle des reconnaissances construites dans le discours à travers les échanges entre locuteurs (untel sait de quoi il parle, on lui reconnaît une autorité de spécialiste). Gee insiste sur la fluidité des identités, qui dépendent des interactions et des contextes. Les *D-identities* en particulier varient selon les contextes argumentatifs, donc en fonction des objets en débat comme de l'assemblée des participants aux débats. Ces catégories de composantes identitaires des participants se définissent et s'expriment dans le corpus. Les *A-identities* sont affichées par exemple à propos des choix alimentaires (les végétariens ou ceux qui aimeraient le devenir, ceux qui consomment les produits de leurs jardins et ceux qui ne prennent pas le

temps de cuisiner, etc.). Lorsque des étudiants australiens insistent sur leurs expériences des restrictions d'eau lors des sècheresses, ce sont leurs *N-identities* qu'ils affichent. L'influence des identités disciplinaires (que nous catégorisons comme *I-Identities* au sens de Gee) est, nous l'avons vu au chapitre VI, très significative dans les principes organisateurs des RSSD collectifs des étudiants de notre échantillon. Tutiaux-Guillon & Considère (2010 *ibid.*) soulignent (p 201) à ce propos que le rapport à la discipline constitutif de l'identité des enseignants du secondaire peut se révéler plus un obstacle qu'un point d'appui pour le développement de l'EDD. Les appartenances sociales affichées ont fluctué au cours des échanges, différentes facettes identitaires des mêmes personnes coexistent et sont activées selon les circonstances, les affirmations identitaires entraînant d'autres. Le cas des participations de V5L-5 au forum international sur l'évolution de la consommation de viande (cf chap.VII) en est un exemple. Cet étudiant revendique dans sa première intervention sa différence en s'adressant aux australiens et en mettant en avant la cuisine française ; dans le même fil de discussion mais plus tard, sa dernière intervention met au contraire en avant un élément partagé avec tous les autres participants, la responsabilité éducative des enseignants : V5L-5 (14) " [...] *I'm really proud about my history, my culture, and our COOKING.[...]* " V5M-1 (16) " [...] *Everybody knows that Australians ("Aussies") love to barbeque. Any chance we get when the weather is nice we go outside and cook as much meat as we can. But we do not think about where this meat comes from that we buy or what effect it has on our environment now and in the future! [...]*" V5L-1 (22) " [...] *I totally agree with you, V5M-5, we must at first educate children. they are the future of our planet, but as we are the previous generation, we must teach them these things and give them an example. "V5L-5 (32) "[...] as future science teacher, my classmate and I are the first line in this challenge. [...]*".

Les expressions de composantes identitaires multiples définissent le caractère interculturel des échanges que nous avons observés, non pas seulement avec les échanges internationaux mais aussi au sein des groupes. Avec l'expertise collégiale des QSVE, nous visons l'éducation à une éco-citoyenneté scientifique critique et active. Pour Martinez (2011) l'éco-citoyenneté est une « *conscience critique solidaire* », une « *appartenance et identité plus qu'une simple attitude, plus qu'un comportement* » (p 107), qui « *ne désigne pas une réalité essentielle, naturelle et fixiste, mais un processus interactif d'identification, d'inter-identification, coconstruction permanente dans la relation qui donne lieu à une intériorisation.* » (p 105). Penser l'acte éducatif comme accompagnement de la construction de l'identité permet de penser l'éducation post-normale comme développement de la conscience politique et de dispositions à l'agir collectif. Alors que les travaux de groupes se

multiplient dans l'enseignement des sciences, l'influence des types de regroupements sur les *D-identities* qui émergent et se modèlent au cours des ISD encourage à la vigilance quant à la nature des collectifs constitués. Le regroupement répétitif des apprenants dans des *communautés de pairs* homogènes peut renforcer des postures, alors que l'élargissement de ces communautés de pairs *via* des rencontres interculturelles permet de dépasser la cohabitation de visions du monde au profit de la recherche d'un nouveau cadre culturel, qui génère une *marginalité constructive* (Benett, 1993 *ibid.*).

VIII.3 Une éducation à la fois scientifique et politique, éducation 2.0 ?

Les QSVE sont ... environnementales ET socialement vives. En tant que questions environnementales, elles posent des problèmes technoscientifiques, et leur vivacité sociale en fait des problèmes de fonctionnement des démocraties. Cette double nature définit la complexité des RSSD, qui doivent considérer les innovations technoscientifiques à la fois dans leurs effets en termes de dynamiques de socio-écosystèmes, ET dans leurs effets politiques en termes de réactions des publics à la dépendance croissante des sociétés aux savoirs experts. Pour Bonneuil & Joly (2013, p 25) « *Aborder la science par ses pratiques, par ses modes d'intervention sur le monde et non pas uniquement par ces énoncés théoriques permet de renouveler le débat sur les liens entre science et société* ». L'articulation d'explorations disciplinaires dans le traitement des controverses socioscientifiques implique l'intégration des apports d'une diversité d'expertises, elle peut être pensée comme la construction d'*îlots de rationalité* (Fourez, 1997 *ibid.*). Le dispositif de co-construction d'expertises collégiales de QSVE s'en inspire et nous observons une évolution positive des RSSD au cours du processus.

VIII.3.1 Des focalisations sur les résultats des sciences

Pourtant, face à la question de l'acceptabilité des innovations technoscientifiques par les publics, question centrale de l'époque post-moderne, c'est au départ une rationalité instrumentale qui est privilégiée par les futurs enseignants de disciplines scientifiques. Ainsi, la recherche de solutions technoscientifiques aux problèmes posés par les innovations des technosciences occupe une place importante dans les premières investigations des groupes : la méthanisation des algues vertes excédentaires, la culture *in vitro* de cellules musculaires, la sélection génétique du bétail, le traitement et le recyclage des saumures, l'utilisation des nanotechnologies pour de nouvelles générations de membranes dans le mécanisme d'osmose inverse, le couplage des usines de dessalement avec des centrales nucléaires, etc.

De nombreux travaux (Driver, Leach, Millar, & Scott, 1996 ; Cobern & Loving, 2002 ; Désautels et Larochelle, 2004 *ibid.*) ont mis en lumière la prégnance de la conception empirico-réaliste des sciences chez les enseignants et leurs élèves : empreints d'une image très idéalisée de la construction du savoir scientifique, ils sont peu conscients des intérêts ou des enjeux économiques auxquels les processus à l'œuvre dans la fabrication des sciences font appel. Dans cette conception, ce qui est considéré scientifique est le produit des débats, consensus fondé sur la preuve, et non la controverse elle-même. Cette vision des sciences comme produisant des savoirs neutres est liée à un enseignement ne permettant pas aux élèves de reconnaître à juste titre la part d'indéterminations, d'interprétations du réel, de modélisations, de controverses associées à la production des savoirs scientifiques (Bader et Therriault, 2008 *ibid.* ; Simonneaux, 2011b *ibid.*). Face aux controverses socioscientifiques, ce sont des focalisations sur les controverses scientifiques qui sont majoritairement observées dans le public. Guillemot & Aylcut (2013) le soulignent par exemple avec le cas des controverses sur le changement climatique. Le retranchement derrière les controverses scientifiques, dans l'attente que les spécialistes se mettent d'accord, a pour effet d'occulter les désaccords autour des nouvelles modalités de gestion des controverses vis-à-vis des nouveaux risques liés aux innovations sociotechniques¹⁷¹.

Mais « *le progrès des connaissances ne peut de lui-même clore une controverse publique, précisément parce que ses acteurs ne sont pas tous des scientifiques, et parce que leurs intérêts divergents ne permettent pas d'en arriver à un consensus sur les critères permettant de mettre fin à la controverse.* » Gingras, 2013, *ibid.* p 8). Bien qu'envisagées, les modalités de reconfiguration de l'espace public, de construction d'un monde commun par des procédures qui appartiennent à la politique ont été peu questionnées par les étudiants dans un premier temps. En outre, les groupes ont retenu une approche des risques et de leur perception par les publics, nécessitant information, sensibilisation et éducation. Elle est certes importante et constitue un volet essentiel de la *scientific literacy* au sens II de Roberts (2007 *ibid.*). Mais la résistance à une technologie, qui fait la vivacité sociale des controverses, ne peut s'expliquer « *comme un déficit de connaissance technique du public à combler par plus de communication scientifique, plus d'éducation du public et plus de contrôle du discours des journalistes.* » Wynne (1992, cité par Bonneuil & Joly, 2013 *ibid.*, p 46). Bien que les expertises collégiales aient permis l'approfondissement des RSSD, les réflexions critiques sur

¹⁷¹ Ainsi, la question de l'origine humaine du réchauffement global semble élucidée, mais il y a de nombreuses autres raisons d'être en désaccord sur le changement climatique : sur son importance, ses principaux responsables, ses conséquences et les moyens d'y faire face.

la gestion des biens communs correspondant à la dimension Gouvernance de notre modèle d'analyse auraient pu être davantage développées. Seulement les étudiants de 2011 et 2012 étaient élèves du secondaire quand Carlot (2005b) constatait que les approches scolaires de l'EDD par la sphère de l'environnement étaient largement privilégiées au détriment de l'entrée par la sphère du social ou par celle de l'économique, et que Tutiaux Guillon (2006 *ibid.*) analysait le refus du politique dénoncé par Audigier (1993) dans l'enseignement traditionnel, comme la traduction d'un manque de réflexion de la part des enseignants sur l'arrière-plan théorique de l'EDD. Jobin (2011, *ibid.*) a également observé une difficulté à penser la participation aux débats publics sur les enjeux citoyens des innovations technoscientifiques. Avec l'exemple des controverses à Québec sur la nocivité et l'innocuité de la fluoration de l'eau potable, il a analysé les regards d'étudiants du niveau collégial¹⁷² sur la gestion des biens communs. Il constate que la réticence à aborder la facette politique des controverses sociotechniques est associée à une compréhension limitée du fonctionnement des institutions, et à une conception (empirico-réaliste) de la production des savoirs scientifiques comme indépendante des négociations inhérentes à une société démocratique.

VIII.3.2 Mettre les sciences en démocratie ?

Pourtant, la capacité de chacun à participer activement aux affaires publiques, par le biais de la presse, de débats publics, d'associations, de partis politiques, de syndicats, de clubs locaux, d'associations, est la condition requise en vue d'un développement humain durable. Il ne peut se réaliser sans la participation active des citoyens (Robottom et Hart, 1993 *ibid.* ; Hodson, 1994, 2003, 2009, 2010 *ibid.*) et sans la créativité collective qui en résulte, ce qui implique d'offrir aux élèves les occasions de se construire des dispositions (capacités et engagements) individuelles et collectives à agir (Lange, 2011, *ibid.*). D'où la nécessité soulignée par Bencze & Carter (2012 *ibid.* ; Bencze, Sperling & Carter, 2012 *ibid.*) d'orienter les approches scolaires des QSV vers l'action politique, à la fois objectif et moyen éducatif. Or la séparation des approches scientifiques et sociales dans des discours disciplinaires disjoints était encore pointée en 2011 par Urgelli (*ibid.*), qui dénonçait cette réduction de la complexité des QSV. Levinson (2010, *ibid.*) montre qu'il est possible de pratiquer un enseignement des sciences qui les soumette elles-mêmes à l'examen démocratique de leurs ressources, de leurs actions et de leurs retombées dans une perspective de justice sociale. Au-

¹⁷² Le niveau collégial correspondant au Québec à un niveau intermédiaire entre l'enseignement secondaire et l'enseignement universitaire français.

delà de la transmission de savoirs scientifiques universels, l'engagement des personnes dans la participation démocratique implique de prendre en compte les contextes et les cultures.

VIII.3.3 Importance des cultures et des contextes dans les RSSD

La culture est un mode opératoire, dont l'organisation constitue un « *ensemble de schèmes interprétatifs permettant à chacun de produire et de percevoir les significations sociales de ses propres comportements, de ceux d'autrui, des « objets » du monde catégorisés et construits par la langue et la culture* » (Clanet, 1993 *ibid.*, pp.15-16). C'est elle qui fournit au groupe social les orientations nécessaires lui permettant de s'adapter par l'accommodation des schèmes à des situations collectives nouvelles (Demorgon et Molz, 1996 *ibid.*). C'est pourquoi l'arrière-plan culturel est déterminant sur le niveau d'approfondissement des dimensions des RSSD. Il s'exprime à travers le rapport à l'environnement dans la manière de problématiser et influence les savoirs mobilisés comme les incertitudes considérées, et les régulations envisagées. Ainsi lorsque les étudiants de SVT se préoccupent de santé publique à travers les apports nutritionnels, les étudiants de l'école d'agronomie dénoncent les risques d'épidémies dans les élevages intensifs et les australiens s'inquiètent de l'évolution des emplois de la filière bovine.

Classiquement, la démarche pédagogique d'EDD consiste à partir du local pour aller vers le global. Mais une grande proximité avec le contexte, tout en apportant une meilleure connaissance à priori des composantes de la situation, peut limiter l'approfondissement des raisonnements tant les prises de position sont affectivement marquées (Simonneaux & Simonneaux, 2009a *ibid.*). Il apparaît également dans notre corpus que soumettre des problématiques globales ne limite pas les raisonnements à des approches générales, qu'aborder des problématiques dans des contextes lointains et des situations non-coutumières permet aussi de penser le quotidien. Nous constatons avec les trois QSVE que les raisonnements développés font référence aux expériences personnelles des participants. C'est pourquoi nos analyses suggèrent de penser les situations d'apprentissages en termes de rencontres entre identités, cultures et contextes.

VIII.3.4 Réseaux participatifs et éducation à la citoyenneté scientifique critique active

Faerber (2002) souligne à quel point la facilité procurée par internet à prendre la parole en étant affranchi des hiérarchies peut favoriser le débat démocratique. En quoi l'inscription des apprentissages dans une logique de réseau peut-elle être un levier de l'éducation post-normale à une citoyenneté scientifique critique et active ? Notre thèse se veut


une contribution à un domaine d'exploration qui appelle encore de nombreux travaux, et dont la mise en œuvre demande l'implémentation de telles approches dans les *curricula*. Bien qu'ayant fait travailler chaque groupe sur une seule QSVE, l'enrichissement observé des RSSD provoqué par les rencontres interculturelles est encourageant, et nous estimons avec Martinez (2011, *ibid.*) nécessaire de concevoir des *curricula* orchestrant une « *praxis de questionnement socialement vif* ». Il s'agirait d'organiser des approches collégiales et interculturelles de QSVE authentiques, dans des contextes variés occasionnant des dérangements socio-épistémologiques divers, afin de déstabiliser les postures de ceux qui s'estiment profanes comme de ceux qui se pensent experts. S'appuyant sur le modèle de Ross (2000), Lange et Martinand (2010) conçoivent les *curricula* en EDD dans l'articulation de trois types d'activités collectives. Les actions éducatives a-disciplinaires dans le cadre de projets partenariaux (réunissant par exemple équipe éducative, parents, associations, collectivités territoriales) doivent y être complétées par deux autres types d'activités : des investigations multiréférentielles d'enjeux de développement et de durabilité, et des contributions de disciplines à l'élucidation de problèmes de développement durable. C'est dans cette articulation que nous situons les approches interculturelles des QSVE.

Bien entendu, les approches interculturelles ne requièrent pas forcément des outils numériques, et notre utilisation des technologies de l'information et de la communication n'est qu'une application de leurs multiples potentiels pédagogiques. Ainsi par exemple, l'usage de logiciels d'aide à la délibération telles les simulations des modèles multi-agents permettent d'identifier les entités décisionnelles dans la gestion des socio-écosystèmes, de préciser leurs degré d'autonomie et leurs modalités d'interactions avec l'environnement et les autres agents (Mathevet, et al., 2007 ; Etienne, 2010).

Les technologies numériques, comme les autres innovations technoscientifiques, doivent jouer dans la société le rôle que les citoyens leur donnent. Il ne s'agit pas de subir leur introduction en pédagogie, mais de les adapter aux objectifs éducatifs. Elles font émerger un nouvel espace scolaire, « l'école 2.0 »¹⁷³ en référence au Web 2.0, espace ouvert et participatif dans lequel le contenu est généré par les usagers. « *C'est la pensée complexe, chère à Edgar Morin, qui rentre dans la classe. Une forme d'enseignement qui considère le monde dans sa globalité, qui met l'élève en autonomie et en interaction pour établir des relations entre les connaissances, entre l'école et le monde, qui le responsabilise face à ses apprentissages* » Jouneau-Sion & Touzé (2012).

¹⁷³ <http://school20.wikispaces.com/> Center for Technology in Learning at SRI International & U.S. Department of Education's Office of Educational Technology

Remarquons que le scénario didactique conçu grâce aux forums et wikis des ENT a généré de fortes motivations des étudiants français à travailler avec des étudiants aux antipodes sur un objet commun. Le plaisir d'échanger avec leurs correspondants et de découvrir leurs points de vue a estompé les difficultés dues à la barrière linguistique. Ce sont les français qui ont dû surmonter ces difficultés, les étudiants australiens n'ayant pas appris le français dans leur cursus. S'il a évidemment été plus difficile de formuler une argumentation en anglais, ce fut également une pratique de la langue dans une situation de communication authentique qui a été appréciée. Bien entendu les scénarios possibles n'impliquent pas nécessairement la pratique d'une langue étrangère ; il est devenu tout à fait envisageable, y compris pour des établissements du primaire ou du secondaire, d'utiliser le potentiel des ENT à communiquer à distance avec d'autres classes parlant la même langue, y compris avec des classes d'outre-mer situées dans des contextes et cultures différents. Les cloisons des disciplines et des filières académiques peuvent être aisément franchies dans la réalisation de projets partenariaux, pouvant impliquer une diversité d'établissements et des participants hors du monde scolaire ou universitaire.

Quels peuvent être les apports et les limites de la logique de réseaux participatifs communautaires à l'éducation en vue d'une citoyenneté scientifique critique et active ? Répondre à cette question nécessite de préciser ce que peut être une citoyenneté active. Elle est définie comme la participation à la vie de la cité¹⁷⁴. Or, les deux délégations de pouvoirs, aux représentants élus qui parlent au nom du peuple, et aux experts qui parlent au nom de la science, sont pointées par Callon & al (2001, *ibid.*) comme les origines du malaise des démocraties représentatives. La multiplication des controverses publiques sur les questions technoscientifiques traduit une perte de reconnaissance de la légitimité des représentants. C'est pourquoi les modèles de démocraties participatives s'appuient sur le principe selon lequel les prises de décision ne peuvent être réservées aux seuls experts et élus. Ils permettent de dépasser les conceptions de l'agir citoyen se réduisant à l'exercice du droit de vote (démocraties représentatives), ou à la simple expression d'opinions sans argumentations ni débats (démocraties directes). Il a toujours existé une « *contre-démocratie* » (Rosanvallon, 2006 *ibid.*) multiforme, faite de défiance et de surveillance à l'égard des autorités publiques, et il est désormais très facile de cliquer « j'aime »  en réponse à un message militant sur un réseau social. Mais les recours aux référendums et sondage d'opinions, bien que donnant une illusion de légitimité aux décisions politiques, ne peuvent constituer une réponse

¹⁷⁴ <http://www.vie-publique.fr/decouverte-institutions/citoyen/citoyennete/definition/definir/quels-roles-citoyen-peut-il-jouer-societe.html>

démocratique à la crise de l'expertise, par l'absence d'éveil de la conscience politique, les risques de dérives démagogiques et les effets de conjonctures qu'ils impliquent. Ménissier (2010) rappelle à ce propos qu'Hitler a organisé quatre référendums entre 1934 et 1938). Les évolutions des démocraties vers des modèles participatifs reconnaissent que le moment décisif du processus politique est la formation des opinions raisonnées. Rowe & Frewer (2000, 2005, cités par Bonneuil & Joly, 2013 *ibid.*) décrivent près de cent dispositifs de participation démocratique mis en place depuis une trentaine d'années. Parmi eux, les *conférences de consensus*, inventées au Danemark en 1987 pour réduire le décalage entre les experts, les responsables politiques et la population générale, constituent un modèle qui a été mis en place au moins une fois dans plus de vingt pays (en France, il s'agit des conférences de citoyens). Un panel de citoyens « ordinaires » auditionne des experts du domaine qu'ils choisissent, afin de mettre à l'épreuve la robustesse des connaissances et de formuler des choix collectifs.

Des scénarios didactiques innovants peuvent s'inspirer de tels modèles grâce à une mise en réseau numériques d'élèves, de professeurs et d'acteurs du monde scolaire mais aussi pourquoi pas des intervenants hors du monde scolaire, issus d'établissements divers dans des contextes variés. Nous pensons par exemple à la mise en réseau de lycées d'enseignement général et d'établissements dans lesquels des spécialisations sont marquées (lycée agricoles, lycées technologiques), et/ou des établissements situés dans des régions différentes marquées par des spécificités socio-économiques (zones littorales où la part de la pêche dans l'activité économique est première, zones rurales marquées par différentes activités agricoles, zones urbaines, régions industrielles, établissements outre-mer, lycées français à l'étranger etc.)

La stratégie *détours-retours* imaginée par Fink & Audigier (2011), qui consiste à coupler les études de deux situations sociales réelles, nous paraît ouvrir la voie. La première phase, le détour, vise « *la construction d'un certain nombre de savoirs et de compétences disciplinaires dans le cadre de l'étude d'une situation sociale réelle* » (p 79). La seconde phase, le retour, consiste à mettre les élèves dans une situation où ils sont « *en condition de mobiliser ces savoirs dans l'étude d'une autre situation sociale les invitant, par exemple, à mettre en œuvre un processus de décision ou à choisir et à développer une action à entreprendre* » (p 82).

Des réseaux d'établissements diversement spécialisés, et dans des localisations géographiques variées, permettraient des approches interculturelles de QSVE issues de l'actualité. L'actualité de la rentrée 2013 est par exemple marquée par le refus du gouvernement français à mettre en place une taxation des carburants diesels demandée par le

groupe parlementaire Europe-Ecologie-Les Verts. Partir de cette question d'actualité et associer des élèves et des équipes d'enseignants de lycées des métiers de l'automobile et du transport, avec ceux de filières d'enseignement général de différentes régions, pour des investigations croisées sur la pertinence et les implications de cette taxation rendrait possible l'articulation de projets d'action a-disciplinaires, de contributions disciplinaires, et d'investigations multiréférentielles. Parmi la multitude de pistes d'explorations figurent les conséquences d'une telle taxation dans le pouvoir d'achat des ménages et les inégalités entre citadins et ruraux, les évolutions technologiques récentes des moteurs, les risques sanitaires d'inhalation de particules fines, les dispositifs de surveillance de la qualité de l'air, les seuils de pollutions définissant les limitations de vitesse dans les régions urbaines, les dispositifs locaux d'accompagnements et d'incitation au covoiturage, l'importance du secteur automobile en termes d'emplois et de compétitivité économique, les effets d'agendas dans les annonces de décisions politiques, et bien d'autres encore.

La stratégie détour-retour peut articuler des activités concernant les situations locales et d'autres prenant places ailleurs. La phase de détours comporterait un temps d'activités conduites dans les divers établissements séparément, dans leurs contextes locaux, puis la confrontation des productions entre établissements de spécificités différentes. La mise en réseaux présenterait l'intérêt non seulement de confronter les propositions d'actions retenues comme les diverses investigations menées, de faire prendre conscience de la complexité des RSSD et des impacts des contextes sur les différents approfondissements, mais également de porter des jugements critiques sur la qualité et la pertinence des connaissances mobilisées. La phase de retours, enrichie des investigations croisées, mobiliseraient les compétences développées dans la recherche et la proposition d'actions individuelles et collectives pour une participation aux délibérations à propos de situations locales. Une phase de détours prenant appui sur la question de la taxation des carburants diesels pourrait par exemple dans la phase de retours être prolongée par les explorations d'actions possibles et souhaitables sur les freins et leviers au développement local du réseau de transports en commun.

Ne perdons pourtant pas de vue que les QSVE hors de l'espace scolaire mobilisent des participations spontanées de citoyens concernés. Pour Dewey (1927 *ibid.*), le public n'existe pas sans qu'il y ait une communauté d'intérêts, les publics se constituant autour de problèmes qu'ils souhaitent mettre en politique. La participation des élèves aux expertises collégiales de QSVE en milieu scolaire ne pourra, elle, qu'être une participation « convoquée ». C'est pourquoi il nous semble indispensable de ménager un espace de choix aux participants quant aux situations problèmes dans lesquelles ils souhaitent s'impliquer. Les QSVE en lien avec

les programmes du secondaire ne manquant pas (à propos de l'usage de pesticides, de la transition énergétique, des OGM, des exploitations de gaz de schiste, des agro-carburants, des réintroductions d'espèces sauvages, de la sécurité alimentaire, des quotas de pêche, etc.), la mise en réseaux d'établissements permettrait d'allonger rapidement la liste à partir de propositions des élèves eux-mêmes. Ils pourraient dans ces réseaux choisir de façon autonome et encadrée, à l'image des pratiques maintenant éprouvées dans les Travaux Personnalisés Encadrés (TPE), à la fois les situations-problèmes précises qu'ils souhaitent explorer et la constitution de leurs groupes. La logique des réseaux participatifs impliquant leur reconfiguration par les collectifs, l'autonomie des élèves pourraient être étendue aux choix des correspondants d'autres lycées avec lesquels ils veulent échanger et des éventuels partenaires élus ou de la société civile qu'ils souhaiteraient solliciter. En visant à rendre les élèves *auteurs* de leurs apprentissages, les professeurs ne restent pas moins garants des acquisitions de compétences et de structuration des savoirs. Le pilotage de tels scénarios nécessite un outil de suivi des évolutions des RSSD permettant de repérer les acquisitions à valider lors des phases de retours, mais aussi de déterminer les contextes les plus favorables à de nouvelles évolutions dans de nouvelles séquences. Ce serait là une application concrète envisageable du modèle d'analyse que notre étude a permis d'élaborer.

Conclusion

L'actualité des sociétés du 21^{ème} siècle est mondialement marquée par la perception accrue des risques associés aux innovations technoscientifiques et les préoccupations sur la durabilité du développement humain. Ces préoccupations alimentent des controverses scientifiques et sociales dont la vivacité reflète la diversité des rapports entretenus par les citoyens aux savoirs produits par les sciences, à leur pouvoir de transformation des environnements, à l'idée de progrès. La légitimité d'approches expertes déléguées à des spécialistes est mise en question, l'opposition entre les individus ordinaires et les spécialistes est dépassée au profit d'une conception de savoirs distribués, tandis que l'activité scientifique est considérée comme une activité d'analyse à soumettre à la critique. Dans ce contexte, l'exigence partagée d'éducation scientifique renouvelée, préparant les citoyens à prendre une part active aux choix de société, se traduit dans presque tous les pays par la mise en œuvre de nouvelles politiques éducatives. Les *Inquiry Based Science Education* pénètrent tous les programmes d'enseignements scientifiques et technologiques, et la généralisation de l'Education au Développement Durable signe l'intégration des enjeux du monde contemporain dans des enseignements scientifiques problématisés.

Les Questions Socialement Vives Environnementales (QSVE) sont complexes. L'examen de chaque élément des systèmes écologiques, économiques et sociaux induit nécessairement la considération de tous les autres éléments du fait de leurs interactions. L'approche de cette complexité implique de tisser des liens entre les savoirs (scientifiques, techniques, professionnels, locaux, traditionnels). Avec les QSVE, de nombreux savoirs en jeu sont émergents et ne sont pas stabilisés ; ils sont en outre distribués entre acteurs, et propres à des situations spécifiques. Le recours aux expertises de scientifiques spécialistes des divers champs disciplinaires impliqués permet d'établir l'état des savoirs scientifiques nécessaire à la prise de décision, mais ne permet ni de clore les controverses, ni d'apaiser les débats. Face à des incertitudes irréductibles, les prises de décision – et par conséquent les prises de risques- sont délicates à opérer. L'intégration de la gestion des risques et des incertitudes dans les contenus éducatifs est donc nécessaire pour former des citoyens émancipés capables de porter un regard critique sur les innovations et de s'investir de manière active et raisonnée dans les processus démocratiques.

L'expertise des QSVE est un processus d'aide à la prise de décision par l'inventaire des interactions socio-écologiques à différentes échelles, des options politiques et technoscientifiques envisageables, des intérêts et des valeurs en jeu, des connections entre les problèmes en discussion. Comment envisager un tel processus autrement que collectivement ? À la convergence de la didactique des Questions Socialement Vives et de l'Éducation au Développement Durable, notre thèse est une exploration des modalités d'apprentissages d'expertises collégiales de QSVE.

Pour explorer les conditions qui permettent la construction d'une citoyenneté scientifique critique et active, nous avons examiné l'évolution des Raisonnements SocioScientifiques dans une perspective de Durabilité (RSSD) en tant que produits et processus d'apprentissages collaboratifs exploitant la capacité des Environnements Numériques de Travail (ENT) à élargir les communautés d'apprentissages au-delà des frontières géographiques et des cloisonnements disciplinaires. L'expérimentation d'approches interculturelles de QSVE locales (*seawater desalination* dans l'état de Victoria et *marées vertes* en Bretagne) ou globale (évolution planétaire de la consommation humaine de viande en regard des prévisions démographiques) dans des ENT a été conduite avec cent treize futurs enseignants en troisième et quatrième année d'études supérieures issus de diverses filières en France et en Australie.

De multiples opérations cognitives ont été imbriquées au cours des processus de traitements de QSVE par les différents groupes que nous avons observés. Il s'agit de recherches et mutualisations d'informations d'ordre technoscientifique, de l'évaluation de leur fiabilité et de leur pertinence dans les situations particulières, de l'identification des éléments de contextes socio-économiques déterminants et des prises de positions des parties prenantes, de la reconnaissance du caractère stabilisé ou controversé des savoirs mobilisés, de leur mise en cohérence dans l'élaboration de pistes d'actions, de l'anticipation des effets de ces actions sur les dynamiques des socio-écosystèmes, de l'évaluation de leur faisabilité et du jugement de leur bien-fondé au regard de valeurs morales, de l'appréciation du seuil d'acceptabilité des risques à prendre.

Nous constatons que l'approfondissement des RSSD produits est plus avancé lorsque ces opérations sont effectuées dans des dynamiques collaboratives, c'est-à-dire au cours desquelles la répartition des tâches entre participants est dépassée, au profit de négociations

et de confrontations d'arguments dans des discussions exploratoires intégratives. Chacun des vingt-quatre groupes dont nous avons étudié la co-construction de RSSD s'est mis d'accord sur la publication d'écrits collectifs en utilisant des wikis. Nous avons observé au cours des différentes sessions que le passage à l'écriture des wikis est une phase sensible au cours de laquelle les groupes peuvent passer d'une dynamique collaborative à une distribution des tâches. Pour développer une dynamique collaborative, les groupes ont dû s'accorder sur les *principes organisateurs* de leurs investigations. Les approfondissements des RSSD sont liés aux caractéristiques des contextes d'interactions socio-discursives. Parmi ces caractéristiques déterminantes figurent les types de regroupements de participants et la nature des instruments collaboratifs utilisés dans les environnements numériques, mais aussi la distance expérientielle et symbolique des participants aux QSVE objets d'expertises collégiales.

Il apparaît que la co-construction de RSSD passe par la reconnaissance d'appartenances à des groupes sociaux. Selon les QSVE et les parcours des participants, ceux-ci ont pu se retrouver dans une identité partagée, par exemple de professionnels du monde agricole induisant l'adoption d'une posture engagée organisant la structure des wikis, ou dans le partage d'un même *habitus* disciplinaire amenant à privilégier une posture de scientifiques neutres, ou encore dans une identité de citoyens locaux directement concernés lorsqu'ils partageaient des expériences personnelles d'épisodes de crises environnementales.

Nous avons observé que porter un regard extérieur sur une QSVE distante permet des approches critiques des pratiques locales mais également que la proximité géographique permet une meilleure connaissance de la controverse et une plus large information sur les composantes de la situation. Aborder des problématiques dans des contextes lointains et des situations non-coutumières peut limiter l'implication personnelle des étudiants dans le traitement d'une QSVE distante, mais une grande implication de l'affect peut faire obstacle à l'approfondissement des raisonnements. Levier en ce qu'elles participent au développement d'une dynamique collaborative, les reconnaissances et différenciations identitaires s'avèrent aussi des freins quand elles limitent l'ouverture vers la pluralité de perspectives.

Il est remarquable que les interactions socio-discursives les plus opérantes, celles qui ont provoqué les approfondissements les plus significatifs des RSSD collectifs, ont pris place entre des étudiants qui ne se connaissaient pas avant de travailler ensemble dans les ENT, et qui ne se sont pas rencontrés ailleurs que dans des forums de discussions à distance.

L'organisation des activités dans les ENT en deux temps clairement distincts potentialise le développement des RSSD lorsqu'elle structure des rencontres interculturelles. La rédaction d'un premier wiki par des groupes permet de privilégier une approche intégrée intragroupe et de construire une première cohérence des réponses autour de principes organisateurs négociés. La confrontation avec une autre cohérence dans un second temps, constitue un dérangement socio-épistémologique. Il génère des confrontations d'arguments prétendant à l'exactitude et se référant au monde objectif dans lequel des énoncés vrais sont possibles, mais aussi d'arguments prétendant à la conformité aux normes des groupes d'appartenances, donc faisant référence au monde social des participants, ainsi que de témoignages renvoyant à la subjectivité des participants par l'expression de perceptions affectives et d'expériences individuelles prétendant à la sincérité et l'authenticité. Ces dérangements socio-épistémologiques déstabilisent les postures, stimulent les échanges d'arguments et favorisent l'*agir communicationnel* habermassien propice à l'intégration de savoirs pluriels dans la prise de décision.

Les implications possibles de notre recherche en termes de mise en œuvre pédagogique des prises en charge collectives de la complexité et de la vivacité des QSVE par des communautés d'apprentissages ont été discutées. Ces mises en œuvre nous semblent devoir être adossées à des recherches didactiques dans trois orientations.

i) Les raisonnements relatifs aux innovations technoscientifiques et à leurs impacts environnementaux au sens large du terme nécessitent d'articuler les questions scientifiques et les questions de sociétés. Affronter cette double exigence dans les apprentissages appelle des recherches complémentaires quant à une didactique du doute épistémologique et de la pondération des discours. Il s'agit d'apprendre à construire des opinions raisonnées en faisant la part du prouvé et du discutable, d'établir la tangibilité des preuves et les domaines de validité des affirmations. Nos analyses suggèrent de développer les recherches permettant d'explorer les acquisitions de telles compétences en prenant appui sur les travaux à propos des débats et de l'argumentation critique en sciences, en les orientant vers les approches interactionnistes afin d'y intégrer la dimension collective.

ii) Former à des approches non réductrices de la complexité des QSVE ne conduit pas seulement à reconfigurer les apprentissages scientifiques scolaires et universitaires en y

intégrant des questions de société, mais aussi à appréhender les socio-écosystèmes en intégrant les dynamiques sociétales et les dynamiques écologiques sans les dissocier. Dans cette visée, les conditions didactiques de l'appropriation du concept de socio-écosystème méritent d'être explorées. Elles peuvent prendre appui sur des recherches à propos des usages pédagogiques d'indicateurs des dynamiques socio-écologiques élaborés par les sciences humaines et les sciences expérimentales. Elles peuvent également s'enrichir des travaux de recherches didactiques sur les dispositifs conjuguant apprentissage des délibérations et des interactions dans les socio-écosystèmes, qui analysent les expérimentations sur les jeux de rôle et les simulations de systèmes multi-agents. Le traitement de QSVE authentiques par des apprenants - sans que des rôles ne leurs soient attribués - est assorti d'affirmations d'appartenances sociales et d'expressions identitaires. Les confrontations interculturelles permettent le questionnement et l'explicitation des pratiques et normes sociales, qui ouvrent les réflexions sur les potentielles actions et réactions des groupes sociaux face aux QSVE. Parce que les interactions entre dynamiques sociales et dynamiques écologiques sont centrales dans le traitement des QSVE, nous pensons qu'un axe de recherches examinant le rôle dans l'apprentissage des RSSD du regard critique porté sur les normes sociales, mérite d'être développé.

iii) La question de la contribution effective des apprentissages scolaires de RSSD à la citoyenneté active reste en suspens. Quels sont les liens entre d'une part l'acquisition des compétences de RSSD collectifs par l'exercice scolaire ou universitaire d'expertises collégiales de QSVE, et d'autre part l'engagement subséquent des participants dans les débats publics, engagement qui définit la citoyenneté active ? Cette question concerne le transfert de compétences de RSSD à d'autres QSVE que celles dans lesquelles ces compétences ont été construites, et appelle des recherches complémentaires. Ceci implique la mise en œuvre de scénarios didactiques ambitieux au cours desquels plusieurs QSVE sont explorées ; en cela, la poursuite des recherches est contingente de l'importance accordée aux apprentissages de RSSD dans les *curricula* de l'école primaire à l'enseignement supérieur.

L'agir communicationnel est créatif, il est un agir citoyen quand il est participation aux débats publics. La participation à une expertise collégiale de QSVE est en elle-même une expérience qui peut être organisée dans l'espace scolaire, mais peut-elle être limitée à cet espace ? Il nous semble nécessaire de considérer la question de l'éducation à la citoyenneté active sous l'angle de l'adaptation des environnements didactiques aux pratiques de communications numériques et à la logique de réseaux communautaires. Ils permettent

d'imaginer des dispositifs collaboratifs sans être contraint par les regroupements en classes traditionnelles, et d'organiser de nouvelles structurations des communautés apprenantes dans des projets éducatifs. Mais ils ont aussi le potentiel d'ouvrir l'espace scolaire à la participation de partenaires associés aux projets éducatifs. Des recherches sur les caractéristiques des environnements didactiques propices aux questionnements de la gestion des biens communs sont selon nous à développer, en interrogeant le degré d'authenticité des débats organisés dans le cadre d'activités scolaires, c'est-à-dire en considérant leur niveau d'ouverture aux débats publics de l'actualité. Il reste à délimiter jusqu'à quel point les choix de QSVE et les choix d'élargissements des communautés d'apprentissages au cours des projets peuvent-être dévolus aux apprenants eux-mêmes afin de les rendre *auteurs* de leurs apprentissages. Des travaux visant à établir les effets de différents niveaux d'autonomie et de guidance des participants aux débats nous paraissent nécessaires, et les outils de suivi d'ISD et de RSSD produits que nous avons élaborés pourraient être mobilisés dans cette visée. Ces recherches contribueraient au développement de dispositifs didactiques dans lesquels la participation démocratique serait à la fois fin, et moyen de l'éducation post-normale.

Bibliographie

- Abdalah-Pretceille, M. (1983). La perception de l'Autre: point d'appui de l'approche interculturelle. *Le Français dans le Monde*(n°181), 40-44.
- Abdallah-Pretceille, M. (2010). La pédagogie interculturelle, entre multiculturalisme et universalisme, Education et formation interculturelles : regards critiques. *Recherche en éducation*(n°9), 10-17.
- Abric, J.-C. (1994). *Pratiques sociales et représentations* (éd. 2011). Paris: PUF.
- Adam, J.-M. (1992). *Les textes : types et prototypes*. Paris: Nathan- Université.
- Aikenhead, G. S. (2005). *Science education for everyday life : Evidence-based practice*. New York: Teachers College Press.
- Alikioti, A. (2008). L'approche interculturelle et son évolution. Dans *Actes du congrès international « 2008 Année européenne du dialogue interculturel: Converser avec la culture et la langue »*, (pp. 58-68). Thessaloniki du 12 au 14 décembre: University Studio Press.
- Alix, J.-P. (2007). Discours introductif. Dans *Sciences en société au XXIe siècle : autres relations, autres pratiques*. Colloque de Strasbourg, 28 et 29 septembre.
- Alpe, Y. (2006). Quelle est la légitimité des savoirs scolaires ? Dans A. Legardez, & L. Simonneaux, *L'école à l'épreuve de l'actualité Enseigner les questions vives* (pp. 233-246). Paris: ESF.
- Ardoino, J. (1993). *L'approche multiréférentielle en formation et en sciences de l'éducation*. Paris: Pratiques de formation (analyse), Université Paris VIII, Formation Permanente, N° 25-26.
- Astolfi, J.-P., & Giordan, A. (1978). *Quelle éducation scientifique pour quelle société ?* Paris: PUF.
- Audigier, F. (1993). *Les représentations que les élèves ont de l'histoire et de la géographie. A la recherche de modèles disciplinaires, entre leur définition par l'institution et leur appropriation par les élèves*. Thèse: Université de Paris VII.
- Audigier, F. (2011). Penser les temporalités pour penser les questions sociales vives. Dans A. Legardez, & L. Simonneaux, *Développement durable et autres questions d'actualité, Questions socialement vives dans l'enseignement et la formation* (pp. 33-52). Dijon: Educagri.
- Azzi, A. E., & Klein, O. (1998). *Psychologie sociale et relations intergroupes*. Paris: Dunod.
- Bachelard, G. (1934). *La formation de l'esprit scientifique*. Paris: Vrin.
- Bachelard, G. (1949). *Le rationalisme appliqué*. Paris: PUF.
- Bader, B. (1998-1999). Enseignement scientifique, technologique et éducation relative à l'environnement sans recul réflexif : une conjugaison risquée. *Éducation relative à l'environnement – Regards, Recherches, Réflexions, 1*, 187-194.

- Bader, B. (2011). Education à l'environnement dans une société du risque : la conception des sciences privilégiée de l'éducation au développement durable. Dans B. Bader, & I. Sauvé, *Education, environnement et développement durable ; vers une écocitoyenneté critique* (pp. 223-250). Québec: Presses de l'Université de Laval.
- Bader, B., & Therriault, G. (2008). La démarche de structuration des îlots de rationalité : une approche des Questions Socialement Vives soucieuse d'épistémologie des sciences et d'équité en éducation aux sciences soucieuse. *Efficacité et équité en éducation*. 19 20 21 novembres, Rennes 2.
- Barab, S. A., Sadler, T. D., Heiselt, C., Hickey, D., & Zuiker, S. (2007). Relating narrative, inquiry and inscriptions: Supporting consequential play. *Journal of Science Education and Technology*, Vol.16(Issue 1), 59-82.
- Basco, L. (2011). *Eduquer en Europe à l'heure de la postmodernité*. Lyon: Chroniques sociales.
- Basta, H., & Chalifoux, B. (2007, Août 28). *Le dessalement de l'eau de mer par le nucléaire*. Récupéré sur Solidarité & Progrès: <http://www.solidariteetprogres.org/documents-de-fond-7/science/article/le-dessalement-de-l-eau-par-le-nucleaire.htm>
- Baudrit, A. (2005). *L'apprentissage coopératif Origines et évolutions d'une méthode pédagogique*. Bruxelles: De Boeck.
- Beck, U. (1986). *La société du risque, sur la voie d'une autre modernité* (éd. 2008). Paris: Flammarion.
- Beckerman, W. (1994). « Sustainable development », is it a useful concept ? *Environmental values*, Vol.3(n°3), 191-200.
- Bell, D. (1976). *Vers la société post-industrielle*. (P. Andler, Trad.) Paris: Robert Laffont.
- Bencze, L., & Carter, L. (2012). *School Science For/Against Consumerist Societies*. A presentation at the annual conference of the Australasian Science Education Research Association. Sippy Downs, QLD, Australia, June 27-30.
- Bencze, L., Sperling, E., & Carter, L. (2012). Student's research-informed Socio-scientific Activism : Re/vision for a sustainable future. *Research in Science Education*, Vol.42(Issue 1), 129-148.
- Benett, M. J. (1993). Towards ethnorelativism: a developmental model of intercultural sensitivity. Dans R. M. Paige, *Education for the intercultural experience* (pp. 21-71). Yarmouth, ME: Intercultural Press.
- Benjaminson, M. A., Gilchriest, J. A., & Lorenz, M. (2002). In vitro edible muscle protein production system (MPPS): stage 1, fish. *Acta Astronaut*, Vol.51(Issue 12), 879-89.
- Bensaude-Vincent, B. (2009). *Les Vertiges de la technoscience. Sciences et société. Façonner le monde atome par atome*. Paris: La découverte.
- Berkes, F., Colding, J., & Folke, C. (2003). *Navigating social-ecological systems: building resilience for complexity and change*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Berkowitz, M. W. (1997). The complete moral person : Anatomy and formation. Dans J. M. Dubois, *Moral issues in psychology : Personnalist contributions to selected problems* (pp. 11-41). Lanham, MD: University Press of America.
- Berryman, T. (2003). L'éco-ontogenèse : les relations à l'environnement dans le développement humain – d'autres rapports au monde pour d'autres développements. *Éducation relative à l'environnement – Regards, Recherches, Réflexions, Vol.4*, 207-230.
- Bidou, J.-E., & Droy, I. (2009). Décrire la construction temporelle des vulnérabilités. Dans S. Becerra, & A. Peltier, *Risques et environnement : recherches interdisciplinaires sur la vulnérabilité des sociétés* (pp. 155-170). Paris: L'Harmattan.
- Bingle, W. H., & Gaskell, P. J. (1994). Scientific literacy for decision making and the social construction of scientific knowledge. *Science Education, Vol. 78*(n°2), 185-201.
- Bissonette, A. (2008). *Utilisation de nanomembranes pour le dessalement de l'eau et comparaison avec l'osmose inverse et la distillation*. Sherbrooke: Centre Universitaire de formation en environnement de l'Université de Sherbrooke.
- Black, R. E., Allen L. H., Bhutta, Z. A., Caulfield, L. E., de Onis, M., Ezzati, M., . . . Rivera J. (2008). Maternal and child undernutrition : global and regional exposures and health consequences. *The Lancet, Vol.371*(Issue 9608), 243-260.
- Blandin, P. (1992). De l'écosystème à l'éco-complexe. Dans M. Jollivet, *Sciences de la Nature, sciences de la société . Les passeurs de frontières* (pp. 267-279). Paris: CNRS éditions.
- Blanquet, M.-F. (2007, janvier 12). *Web collaboratif, Web coopératif, Web 2.0 : quelles interrogations pour le professeur documentaliste ?* Récupéré sur e-profdocs, documents et ressources numériques pour tous les enseignants: <http://e-profdocs.crdp-aix-marseille.fr/-Web-collaboratif-Web-cooperatif-.html>
- Boiral, O., & Croteau, G. (2004). Du développement durable à l'entreprise durable, ou l'effet Tour de Babel. Dans L. Guay, L. Doucet, L. Bouthillier, & G. Debailleul, *Les enjeux et les défis du développement durable : connaître, décider, agir* (pp. 259-281). Québec: Les presses de l'Université de Laval.
- Bonneau, M. (1990). Régulation de la croissance du porc par la somatotropine et les autres hormones de l'axe somatotrope : sécrétions, mécanismes d'action et effets sur les performances. Dans *Actes des journées recherches porcines en France* (pp. 51-68). Paris: ITP.INRA.
- Bonneuil, C., & Joly, P.-B. (2013). *Sciences, techniques et sociétés*. Clamecy: La découverte.
- Bougis, J. (2013). Revue des aspects maritimes du dessalement d'eau de mer. *Paralia, Vol.6*, 1.1-1.13.
- Bourg, D. (1996). *Les scénarios de l'écologie*. Paris: Hachette.
- Bourg, D. (2005). Démocratie représentative et démocratie participative. Dans J.-P. Maréchal, & B. Quenault, *Le Développement durable. Une perspective pour le XXIe siècle* (pp. 411-418). Rennes: Presses des Universités Ouest Atlantique (PUR).

- Boy, D. (2007). Nos adversaires sont des ignorants. In *Pourquoi avons-nous peur de la technologie ?* (pp. 115-131). Paris: Presses de Sciences Po.
- Boyé, H. (2009). Dessalement de l'eau de mer, une ressource alternative. *PCM*(n°1), 60- 65.
- Brassart, D. (1987). *Le développement des capacités discursives chez l'enfant de 8 à 12 ans : le discours argumentatif (étude didactique)*. Strasbourg: Université de Strasbourg, Thèse.
- Braudel, F. (1958/1987). Histoire et sciences sociales La longue durée. *Annales ESC, Vol.5*(n°27), 7-27.
- Bronckart, J.-P. (1996). *Activité langagière, textes et discours. Pour un interactionisme socio-discursif*. Paris: Delachaux et Niestlé.
- Bronckart, J.-P. (2005). Les différentes facettes de l'interactionisme socio-discursif. *Calidoscopio, Vol.3*(n°3), 149-159.
- Bronckart, J.-P. (2009). *Apprentissage et développement dans la perspective de l'interactionisme sociodiscursif. Conférence prononcée au Séminaire International de l'AIESEP. Besançon le 29 mai*. Récupéré sur <http://www.fcomte.iufm.fr/ejrieps/ejournal18/2%20Bronckart%20eJ%2018.pdf>
- Brousseau, G. (1988). Le contrat didactique : le milieu. *Recherches en Didactique des Mathématiques, Vol. 9*(n°3), 309-336.
- Brundtland, G. H. (1987). *Our Common Future*. rapport à la Commission Mondiale sur l'Environnement et le Développement Durable.
- Brunel, S. (2004). *Le développement durable*. Paris: PUF.
- Brunel, S. (2008). *A qui profite le développement durable ?* Paris: Larousse.
- Brunet, P. (2006). L'expert en technosciences : figure "critique" ou "gestionnaire" de la civilisation industrielle contemporaine ? Dans A. Jacq, & J. Guespin-Michel, *Le vivant, entre science et marché, une démocratie à inventer* (pp. 99-125). Syllepse.
- Bürgenmeier, B. (2005). *Economie du développement durable*. Bruxelles: De Boeck Université.
- Buty, C., & Plantin, C. (2009). *Argumenter en classe de sciences : du débat à l'apprentissage*. Paris: Inrp.
- Bybee, R. W. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Callon, M., Lascoumes, P., & Barthe, Y. (2001). *Agir dans un monde incertain : essai sur la démocratie technique*. Paris: Le Seuil.
- Camerini, C. (2003). *Les fondements épistémologiques du développement durable, entre physique, philosophie et éthique*. Paris: L'Harmattan.
- Canévet, C. (1980). Les incertitudes de l'évolution de l'agriculture bretonne. *Norois, n°107*, 447-450.

- Canguilhem, G. (1965). *La connaissance de la vie*. Paris: Vrin. Paris: Vrin.
- Canguilhem, G. (1977). *Idéologie et rationalité dans l'histoire des sciences de la vie*. Paris: Vrin.
- Cariou, J.-Y. (2010). Les opinions vulnérables, tremplin vers le savoir. *RDST*(n°1), 67-92.
- Carlot, Y. (2005). Ecocitoyenneté et développement durable- Eléments de réflexion et de formalisation. Dans Y. Carlot, *Itinéraires de géographe* (pp. 177-191). Lyon: Le Clos.
- Carlot, Y. (2005b). Développement durable et écocitoyenneté. Eléments de réflexion pour élaborer une stratégie d'ancrage dans le système scolaire. Dans *Journées d'étude des didactiques de l'histoire et de la géographie*. Lyon: INRP.
- Carr, W., & Kemmis, S. (1986). *Becoming Critical. Education Knowledge and Action Research*. London et Philadelphia: Taylor & Francis International Publications.
- Caumeil, J.-G., Atmane, L., & Benaimi, S. (2011). Idée de nature et nature des idées dans la médiation des savoirs scientifiques. Dans A. Giordan, J.-L. Martinand, & R.-E. Eastes, *L'idée de nature dans la médiation et l'éducation scientifiques* (pp. 1-13). Chamonix: 31es Journées internationales de l'éducation scientifique.
- Chalmers, A. (1987). *Qu'est-ce que la science ?* Paris: La Découverte.
- Chang Rundgren, S. N., & Rundgren, C. J. (2010). SEE-SEP: From a separate to a holistic view of socioscientific issues. Dans *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, Vol. 11, Issue 1, Article 2*. (pp. 1-24).
- Chang, S.-N., & Chiu, M. H. (2008). Lakatos' Scientific Research Programmes as a Framework for Analysing Informal Argumentation about Socioscientific Issues. *International Journal of Science Education, Vol.30*(Issue 13), 1753-1773.
- Chang-Rundgren, S.-N. (2011). Post it! - A cross-disciplinary approach to teach socioscientific issues. , 5(3), 25-28. *Teaching Science, Vol.5*(Issue 3), 25-28.
- Chapelle, C. (1999, Mars). *Bilan de l'azote agricole, détérioration de 1995 à 1997*. Récupéré sur Agreste primeur, la statistique agricole : <http://agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/primeur53.pdf>
- Charaudau, P. (1990). L'interculturel entre mythe et réalité. *Le Français dans le monde*.(n°230), 48-53.
- Charland, P., Potvin, P., & Riopel, M. (2009). L'éducation relative à l'environnement en enseignement des sciences et de la technologie : une contribution pour mieux Vivre ensemble sur Terre. *Éducation et francophonie, Vol.37*(n°2), 63-78.
- Charvet, J.-P. (2008). *Produire pour nourrir les hommes*. Paris: Sedes.
- Chateaufort, F. (2004). L'épreuve du tangible Expériences de l'enquête et surgissements de la preuve. Dans B. Karsenti, & L. Quéré, *La croyance et l'enquête. Aux sources du pragmatisme*

- (éd. coll. Raisons pratiques, Vol. Vol.15, pp. 167-194). Paris: Edition de l'Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales.
- Chawla, L., & Flanders-Cushing, D. (2007). Education for strategic environmental behavior. *Environmental Education Research, Vol.13*(n°4), 437-452.
- Chevallard, Y. (2010, septembre 9). "Le sujet apprenant entre espace et dispositif" *Commentaires depuis la théorie anthropologique du didactique*. Récupéré sur Yves Chevallard - Textes et publications:
http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/IMG/pdf/Commentaires_depuis_la_TAD_YC_.pdf
- Chouchane, H. (2010). *Efficacité des contextualisations authentiques et des dérangements épistémologiques dans le traitement d'une question scientifique socialement vive: cas de la thérapie génique humaine*. Thèse de doctorat en sciences de l'éducation : Université Toulouse II Le Mirail & Université de Tunis.
- Churchman, C. W. (1971). *The design of inquiring systems: Basic concepts of systems and organization*. New York: Basic books.
- Clanet, C. (1993). *L'interculturel, introduction aux approches interculturelles en Education et en Sciences*. Toulouse: Presses Universitaires du Mirail.
- Clément, P., & Caravita, S. (2011). *Education pour le Développement Durable et compétences des élèves dans l'enseignement secondaire*. Rapport réalisé pour l'UNESCO.
- Coburn, W. W., & Loving, C. C. (2002). Investigation of preservice elementary teachers' thinking about science. *Journal of Research in Science Teaching, Vol. 39*(Issue 10), 1016-1031.
- Cohen, D. A. (2008). Obesity and the built environment: changes in environmental cues cause energy imbalances. *International Journal of Obesity, Vol.32*(Sup. 7), 137-142.
- Collomb, P. (1999). *Une voie étroite pour la sécurité alimentaire d'ici à 2050*. Paris: Economica.
- Comte, A. (1826). Opuscules de philosophie sociale. Dans A. Comte, *Système de politique positive, Tome IV*. Paris: Anthropos.
- Corrégé, I., Berthelot, N., Aubry, A., Badouard, B., & Hémonic, A. (2011). Biosécurité, maîtrise sanitaire, conception et conduite d'élevage : impact sur les performances technico-économiques. Dans *43° journées de la recherche porcine* (pp. 265-272). Paris, 15 et 16 février.
- Cousinet, R. (1950). *L'éducation nouvelle*. Neuchâtel et Paris: Delachaux & Niestlé.
- Couvet, D., & Teyssède Couvet, A. (2010). *Ecologie et biodiversité. Des populations au socioécosystèmes*. Peronnas: Belin.
- Cross, A. J., Freedman, N. D., Ren, J., Ward, M. H., Hollenbeck, A. R., Schatzkin, A., Sinha, R., Abnet, C. C. (2011). Meat Consumption and Risk of Esophageal and Gastric Cancer in a large prospective study. *American journal of gastroenterology, Vol. 106*(Issue 3), 432-442.

- Cuche, D. (2002). Nouveaux regards sur la culture : l'évolution d'une notion en anthropologie. Dans N. Journet, *La culture. De l'universel au particulier, la recherche des origines, la nature de la culture, la construction des identités* (pp. 203-212). Paris: Sciences Humaines.
- Dalmas, D., Moreau, R., Quévremont, P., & Frey, V. (2010). *Elaboration d'un plan de lutte contre les algues vertes*. Paris: Ministère de l'alimentation, de l'agriculture et de la pêche. Rapport n°2022.
- Danis, P. (2003). Dessalement de l'eau de mer. *Techniques de l'Ingénieur Opérations unitaires : distillation et absorption, base documentaire : TIB324DUO(J2700)*, 15 p.
- Daridan, D., & Dronne, Y. (1979). Le marché commun des aliments du bétail : conséquences d'un recours croissant au marché mondial. Dans *Actes des journées recherches porcines en France* (pp. 11-34). Paris: IFIP. INRA.
- De Boer, G. E. (2000). Scientific Literacy : Another Look at Its Historical and Contemporary Meanings and Its Relationship to Science Education Reform. *Journal of Research in Science Teaching, Vol.37(n°6)*, 582-601.
- De Haan, G. (2006). The BLK "21" Programme In Germany: A "Gestaltungskompetenz"-Based Model For Education For Sustainable Development. *Environmental Education Research, Vol.12(n°1)*, 19-32.
- De Jonge, E. (2008, septembre 18). *Pertinence de l'utilisation du modèle de Toulmin dans l'analyse de corpus. Argumentation et Analyse du Discours [En ligne]*. Récupéré sur La revue électronique du groupe ADARR: <http://aad.revues.org/251>
- De Rosnay, J. (1975). *Le macroscopie- Vers une vision globale*. Paris: Editions du Seuil .
- De Vecchi, G. (2006). *Enseigner le travail de groupe*. Paris: Delagrave, coll. Un projet pour.
- Deléage, J.-P. (1994). L'écologie, science de l'homme et de son environnement. Dans *Les paradoxes de l'environnement. Responsabilité des scientifiques, pouvoir des citoyens. Colloque de la Villette , 27-28 avril* (pp. 23-41). Paris: bibliothèque Albin Michel, Idées.
- Deléage, J.-P. (2005). Paradoxes du développement durable. Dans J.-P. Maréchal, & B. Quenault, *Le développement durable : Une perspective pour le XXIe siècle* (pp. 83-92). Rennes: Presses des Universités Ouest Atlantique (PUR).
- Deledalle, G. (1965). *La pédagogie de John Dewey, philosophie de la continuité*. Paris: Édition du scarabé.
- Delpuech, F. (2007). Le système alimentaire mondial à un carrefour. *Cahiers Agricultures, Vol. 16(n°3)*, 161-162.
- Demorgon, J., & Molz, M. (1996). Bedingungen und Auswirkungen der Analyse von Kultur(en) und interkulturellen Interaktionen. Dans A. Thomas, *Psychologie interkulturellen Handelns* (pp. 43-86). Göttingen: Verlag für Psychologie.

- Deronzier, G., Schétrite, S., Racault, Y., Canler, J.-P., Liénard, A., Héduit, A., & Duchène, P. (2002). *Traitement de l'azote dans les stations d'épuration des petites collectivités*. Paris: Document technique FNDAE n° 25 du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche - DERF.
- Desquinabo, N. (2011). L'idéal délibératif face aux plans et programmes : Enjeux épistémologiques et démocratiques. Dans *Colloque international Le tournant délibératif : Bilan, critiques, perspectives*. Paris: EHESS, 16-17 juin.
- Devauchelle, B. (2013, janvier 24). *Dans dix ans, il n'y aura plus de cours magistraux à l'Université !*. Récupéré sur L'e-learning est-il l'avenir de l'éducation ? Regards sur le numérique: <http://www.rslmag.fr/post/2013/01/24/LE-learning-est-il-lavenir-de-leducation-.aspx>
- Dewey, J. (1927/2010). *Le public et ses problèmes*. (J. Zask, Trad.) Paris: Gallimard Coll. Folio Essais.
- Dewey, J. (1933). *How we think : a restatement of the relation of reflective thinking to the education process*. Chicago, Ill.: H. Regnery.
- Dewey, J. (1959). The child and the curriculum. Dans M. S. Dworkin, *Dewey on education (Original work published 1902)* (pp. 91-111). New York: Teachers College Press.
- Di Castri, F. (1998). La fascination de l'an 2000. Dans C. Villeneuve, *Qui a peur de l'an 2000 ?* (p. préface). Paris: Unesco.
- Dickie, P. (2007, Juin). *Making water : Option or distration for a thirsty world ?* Récupéré sur WWF's Global Freshwater Programme : <http://waterwebster.org/documents/desalinationreportjune2007.pdf>
- Direction régionale de l'Agriculture et de la Forêt, S. r. (2008). *Mémento de la statistique agricole*. Rennes: Agreste Bretagne. 20 p.
- Dobson, A., & Lynes, L. (2008). How does poaching affect the size of national parks? *Trends in Ecology and Evolution, Vol.23*(n°4), 177-180.
- Doise, W. (1990). Les représentations sociales. Dans R. Ghiglione, C. Bonnet, & J.-F. Girard, *Traité de psychologie cognitive. Cogition, représentation, communication* (Vol. Tome 3, pp. 111-174). Paris: Dunod.
- Doise, W., & Mugny, G. (1997). *Psychologie sociale et développement cognitif*. Paris: Armand Colin.
- Dorin, B., & Paillard, S. (2009). *Agrimonde : Agricultures et alimentations du monde en 2050 : scénarios et défis pour un développement durable*. Paris: Inra, Cirad.
- Douglas, M. (1986). *Risk Acceptability According to the Social Sciences*. London: Russell Sage Foundation.
- Douglas, M., & Wildowsky, A. (1983). *Risk and culture : An Essay on the Selection of Technological and Environmental Dangers*. Berkeley: University of California Press.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young people's images of science*. Buckingham, UK: Open University Press.

- Ducreux, P. (2010). *Le risque d'intoxication aiguë par l'hydrogène sulfuré (H₂S) chez les professionnels chargés du ramassage, du transport et du traitement des algues vertes*. Tours: Institut National de Médecine Agricole.
- Eme, B., & Laville, J.-L. (2004). L'économie solidaire ou l'économie comme une écologie sociale. *Ecologie & Politique*(n° 28), 13-26.
- Erduran, S., & Jiménez-Aleixandre, M.-P. (2008). *Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research*. Dordrecht: Springer.
- Erduran, S., & Jimenez-Aleixandre, M.-P. (2008). *Research in Argumentation in science education : Recent developments and future directions*. Dordrecht: Springer.
- Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science Education, Vol.88*, 915-933.
- Etienne, M. (2010). *La modélisation d'accompagnement : une démarche participative en appui au développement*. Paris: Quae éditions coll Update science et technologies.
- Evans, J. B. (2002). Logic and human reasoning: An assessment of the deduction paradigm. *Psychological Bulletin, Vol.128*(Issue 6), 978-996.
- Fabiani, J.-L., & Theys, J. (1987). *La société vulnérable*. Paris: Presses de l'ENS.
- Fabre, M. (1993). Statut et fonction du problème dans l'enseignement des sciences. *Les Sciences de l'éducation, Pour l'ère nouvelle*, 26(4/5).
- Fabre, M. (1996). L'utopie bachelardienne de la formation à l'épreuve de la postmodernité. *Penser l'éducation*(n°1), 59-73.
- Fabre, M. (2010). Du bon usage des controverses. *RDST*(n°1), 153-170.
- Fabre, M. (2011). *Eduquer pour un monde problématique. La carte et la boussole*. Paris: PUF.
- Faerber, R. (2002). En réseau sur internet ? . *Cahiers pédagogiques*(n°401), 15-16.
- FAO. (2006). *Livestock's Long Shadow - Environmental Issues and Option*. Rome: Food and Agriculture Organisation.
- Faucheux, S., & Nicolaï, I. (2005). Environnement et société : de l'évaluation du risque à son acceptation. *Sociétal*(n°50), 26-32.
- Ferber, J. (1994). La kénétique : de systèmes multi-agents à une science de l'interaction. *Revue internationale de systémique, Vol.8*(n°1), 13-28.
- Ferrière, A. (1922/2004). *L'école active*. Paris: Fabert.
- Fink, N., & Audigier, F. (2011). Grands principes et petits arrangements entre élèves : débats scolaires à propos du développement durable. *Formation et pratiques d'enseignement en questions*(n° 13), 79-95.

- Floro, M. (2011). Développement durable et questions socialement vives - Une approche territorialisée du discours enseignant. Dans A. Legardez, & L. Simonneaux, *Développement durable et autres questions d'actualité Questions socialement vives dans l'enseignement et la formation* (pp. 163-179). Dijon: Educagri.
- Foley, J. A., Ramankutty, N., Brauman, K. A., Cassidy, E. S., Gerber, J. S., Johnston, M., Mueller, N D, O'Connell, C, Ray, D K, West, P C; Balzer, C, Benett, E M, Carpenter, S R, Hill, J, Monfreda, C, Polasky, S, Rockstrom, J, Sheehan, J, Siebert, S, Tilman, D Zaks (2011). Solutions for a cultivated planet. *Nature, Vol 478*(Issue 7369), 337-342.
- Forquin, J.-C. (2003). La critique communautarienne du libéralisme politique et ses implications possibles pour l'éducation. *Revue française de pédagogie*(n°143), 113-139.
- Fortin-Debard, C. (2004). *Le partenariat école-musée: Pour une éducation à l'environnement*. Paris: L'harmattan Savoir et formation.
- Fortin-Debard, C. (2008). Analyse des actions d'EEDD mises en oeuvre dans l'enseignement scolaire. Dans F. Grumiaux, & P. Matagne, *Le développement durable sous le regard des sciences et de l'histoire : de la réflexion aux pratiques éducatives et de formation* (Vol. vol.1 Education et formation, pp. 69-86). Paris: L'Harmattan.
- Fourez, G. (1985). *Pour une éthique de l'enseignement des sciences*. Bruxelles: Vie Ouvrière.
- Fourez, G. (1992). *La construction des sciences. Les logiques des inventions scientifiques*. Bruxelles: De Boeck.
- Fourez, G. (1997). Qu'entendre par îlot de rationalité et par îlot interdisciplinaire de rationalité ? *Aster*(n°25), 217-255.
- Fourez, G. (1998). Se représenter et mettre en oeuvre l'interdisciplinarité à l'école. *Revue des sciences de l'éducation, Vol.24*(n°1), 31-50.
- Freinet, C. (1944/1977). *Pour l'école du peuple* (éd. 2e de "L'école moderne française"). Paris: Maspéro.
- Funtowicz, S. O., & Ravetz, J. R. (1993). Science for the post-normal age. *Futures, Vol. 25*(N°7), 739-755.
- Gallagher, J. (1971). A broader base for science teaching. *Science Education, Vol.55*(n°3), 329-338.
- Gangloff-Ziegler, C. (2009). Le travail collaboratif, Une innovation générique. *Cahiers d'Economie et de Gestion de la Côte d'Opale*, 95-112.
- Gee, J. P. (2000). Identity as an Analytic Lens for Research in Education. *Review of research in education, Vol.25*(n° 1), 99-125.
- Genevois, S. (2011). Internet ou les nouvelles figures de la spatialité. Dans F. Poyet, & C. Develotte, *L'éducation à l'heure du numérique, état des lieux, enjeux et perspectives* (pp. 105-129). Mayenne: ENS –INRP, coll. technologies nouvelles et éducation.

- Geudet, G., & Trouche, L. (2011). Développement de l'internet dans l'enseignement : vers un essor du collectif ? Dans F. Poyet, & C. Develotte, *L'éducation à l'heure du numérique, état des lieux, enjeux et perspectives* (pp. 145-165). Mayenne: ENS –INRP, coll. technologies nouvelles et éducation.
- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P., & Trow, M. (1994). *The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*. London: Sage.
- Gillet, S. (2009, juin 15). Dessalement d'eau de mer : un secteur prospère. (A. Farthouat, Intervieweur)
- Gilly, M. (1995). Interactions sociales et constructions cognitives. Dans D. Gaonac'h, C. Golder, & A. Weil-Barrais, *Profession enseignante : Manuel de psychologie pour l'enseignement* (pp. 136-154). Paris: Hachette.
- Gingras, Y. (2013). Les controverses reflètent l'organisation de la science. *La Recherche*(n° 478), 6-8.
- Giordan, A., & De Vecchi, G. (1987). *Les origines du savoir*. Lausanne: Delachaux et Niestlé.
- Girard, C., & Le Goff, A. (2010). *La démocratie délibérative, anthologie de textes fondamentaux*. Paris: Herman, l'avocat du diable.
- Girault, Y., & Fortin-Debart, C. (2008). Le développement durable et l'éducation à l'environnement en milieu informel : état des lieux et point de vue des acteurs. Dans F. Grumiaux, & P. Matagne, *Le développement durable sous le regard des sciences et de l'histoire : de la réflexion aux pratiques éducatives et de formation* (Vol. Vol.1 Education et formation, pp. 133-150). Paris: L'Harmattan.
- Girault, Y., & Lhoste, Y. (2010). Opinions et savoirs : positionnements épistémologiques et questions didactiques. *RDST*(n°1), 29-66.
- Girault, Y., & Sauvé, L. (2008). L'éducation scientifique, l'éducation à l'environnement et l'éducation pour le développement durable – Croisements, enjeux et mouvances. *Aster*(n°46), 7-30.
- Girault, Y., Quartier, E., Fortin-Debart, C., & Maris, V. (2008). L'éducation relative à l'environnement dans une perspective sociale d'écocitoyenneté. Réflexion autour de l'enseignement de la biodiversité. Dans C. Gardiès, I. Fabre, C. Ducamp, & V. Albe, *Éducation à l'information et éducation aux sciences : quelles formes scolaires ?* (pp. 87-120). Toulouse: Rencontres Toulouse Educagro, ENFA.
- Godard, O. (2009). Que reste-t-il du principe de précaution ? *Inra Magazine*(n°11), 34-35.
- Goffin, L. (1998). L'environnement comme éco-socio-système. Dans M. Loriaux, *Populations et développements: une approche globale et systémique* (pp. 199-230). Louvain-la-Neuve/Paris: Academia-Bruylant/ L'harmattan.
- Golder, C. (1996). *Le développement des discours argumentatifs*. Lausanne, Paris: Delachaux et Niestlé.

- Golder, C., & Favart, M. (2003). Argumenter c'est difficile...Oui, mais pourquoi ? Approche psycholinguistique de la production argumentative en situation écrite. *Études de linguistique appliquée*, Vol.2(n° 130), 187-209.
- Gozlan, E., & Thomas, A. (2009). Une espèce invasive, combien ça coûte ? *Dossier Pour La Science La conquête des espèces – comment lutter contre les espèces invasives ?*(n°65), 102-107.
- Gräber, W., Erdmann, T., & Schlieker, V. (2001). ParCIS: Aiming for Scientific Literacy Through Self-Regulated Learning with the Internet. Dans N. Valanides, *1st IOSTE Symposium in Southern Europe* (pp. 205-214). Paralimni, Cyprus: IOSTE / University of Cyprus.
- Grace, M. (2009). Developing High Quality Decision-Making Discussions About Biological Conservation in a Normal Classroom Setting. *International Journal of Science Education*, Vol.31(n°4), 551-570.
- Granjou, C. (2003). L'expertise scientifique à destination politique. *Cahiers internationaux de sociologie*(n°114), 175-183.
- Griffon, M. (2002). Révolution Verte, Révolution Doublement Verte Quelles technologies, institutions et recherche pour les agricultures de l'avenir ? *Mondes en développement*(n°117), 39-44.
- Griffon, M. (2006). *Nourrir la planète – Pour une révolution doublement verte*. Paris: Odile Jacob.
- Grinevald, J. (2007). La géologie de l'humanité : l'Anthropocène. *Ecologie et politique*(34), 145-150.
- Grumbine, R. E. (1994). What is ecosystem management ? *Conservation Biology*, vol.8(n°1), 27-38.
- Guillemot, H., & Aykut, S. (2013). Trois débats sur le climat. *La Recherche*(n°478), 74-77.
- Gunderson, L. H., & Holling, C. S. (2001). *Panarchy. Understanding Transformation in Human and Natural system*,. Washington, DC: Island Press.
- Gusdorf, G. (1988). *Les origines de l'herméneutique*. Paris: Payot.
- Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonersson, U., Van Otterdijk, R., & Meybeck, A. (2011). Global Food losses and food waste. Dans *Save Food*. Düsseldorf: section 3.2 (study conducted for the international congress).
- Haagsman, H. P., Hellingwerf, K. J., & Roelen, B. A. (2009). *Production of animal proteins by cell systems Desk Study on cultured meat ("Kweekvlees")*. Utrecht: Faculty of Veterinary medicine.
- Habermas, J. (1968). *Connaissance et intérêt* (éd. 1979). (G. Cléménçon, Trad.) Paris: Gallimard.
- Habermas, J. (1981). *La théorie de l'Agir communicationnel* (éd. 1987). Paris: Fayard.
- Haeckel, E. (1866). *Generelle morphologie der organismen*. Berlin: G.Reimer.
- Hall, E. T., & Hall, M. R. (1990). *Understanding cultural differences : keys to success in West Germany, France, and the United States*. Yarmouth, Maine: Intercultural Press.

- Hardin, G. (1968). The tragedy of the common. *Science*, Vol.62(n° 3859), 1243-1248.
- Harribey, J.-M. (2011). Le bien commun est une construction sociale. Apports et limites d'Elinor Ostrom. *L'économie politique*(n°49), 98-112.
- Hervé, N. (2012). *Analyses de pratiques d'enseignement de savoirs de la physique stabilisés (l'énergie) et controversés (le changement climatique)*. Thèse de doctorat en sciences de l'éducation: Université Toulouse II Le Mirail.
- Hirtt, N. (2009). L'approche par compétences, une mystification pédagogique. *L'école démocratique*(n°39), 1-34.
- Hodson, D. (1994). Seeking directions for change: The personalisation and politicisation of science education. *Curriculum Studies*, Vol.2(Issue 1), 71-98.
- Hodson, D. (2003). Time for action : Science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 645-670.
- Hodson, D. (2009). Putting your money where your mouth is: Towards an action-oriented science curriculum. *Journal of Activist Science & Technology Education*, Vol.1(n°1), 1-15.
- Hodson, D. (2010). Science Education as a Call for Action. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, Vol.10(n°3), 197-206.
- Hofstede, G. (1991). *Cultures and organisations : software of the mind* (éd. 2010). Londres: McGraw-Hill.
- Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2009). The meaning of Scientific Literacy. *International Journal of Environmental & Science Education*, 275-288.
- Hottois, G. (2005). *La science entre valeurs modernes et postmodernité*. Paris: Vrin.
- Houzelle, C. (2011, Août 25). Pourra-t-on un jour produire de la viande sans animaux ? . *Les échos*, p. 7.
- Hu, F. B., & Willet, W. C. (1998). *The relationship between consumption of animal products and risk of chronic diseases : a critical review*. Cambridge, MA: Harvard School of Public Health.
- Irwin, A. (1995). *Citizen Science : a study of people, expertise and sustainable development*. London: Routledge.
- Irwin, A. (2001). Constructing the scientific citizen : science and democracy in the biosciences. *Public Understanding of Science*, Vol.10(n°1), 1-18.
- Jacob, F. (1970). *La logique du vivant*. Paris: Gallimard.
- Janssen, M., & De Vries, B. (1998). The battle of perspectives : a multi-agent model with adaptative responses to climate change. *Ecological Economics*, Vol.26(Issue 1), 43-65.
- Jelmam, Y. (2010). Travail collaboratif et interactions dans les forums de discussion fermés. Cas d'élèves ingénieurs tunisiens. *Questions Vives [En ligne]*, Vol.7(n°14).

- Jiménez Aleixandre, M.-P. (2009). Identities, social representations and critical thinking. *Cultural Studies of Science Education*, Vol.4(n°3), 689-695.
- Jiménez-Aleixandre, M.-P. (2006). Les personnes peuvent-elles agir sur la réalité ? La théorie critique et la marée noire du Prestige. Dans A. Legardez, & L. Simonneaux, *L'école à l'épreuve de l'actualité- Enseigner les questions vives* (pp. 105-117). Paris: ESF.
- Jiménez-Aleixandre, M.-P., & Pereiro-Munoz, C. (2002). Knowledge producers or knowledge consumers ? Argumentation and decision making about environmental management. *International Journal of Science Education*, Vol.24(Issue 11), 1171-1190.
- Jobin, B. (2011). *La mobilisation du concept de bien commun par des étudiantes et des étudiants du collégial dans une discussion portant sur une controverse sociotechnique*. Thèse de doctorat, Québec: Université de Laval.
- Jodelet, D. (1984). Représentation sociale : phénomènes, concept et théorie. Dans S. Moscovici, *Psychologie sociale* (éd. 1998, pp. 361-382). Paris: PUF fondamental.
- Jodelet, D. (1989). Représentations sociales : un domaine en expansion. Dans D. Jodelet, *Les représentations sociales* (pp. 31-61). Paris: PUF.
- Johnson, L. B. (1964, October 26). *Statement by the President Upon Making Public a Report on the Desalting of Sea Water*. Récupéré sur The American Presidency Project: <http://www.presidency.ucsb.edu/ws/?pid=26660>
- Jonas, H. (1979). *Le principe responsabilité*. (J. Greish, Trad.) Paris: Flammarion.
- Joshua, S., & Dupin, J.-J. (1989). *Représentations et modélisations : le «débat scientifique» dans la classe et l'apprentissage de la physique*. Berne: Peter Lang.
- Journeau-Sion, C., & Touzé, G. (2012). Apprendre avec le numérique : Avant propos. *Cahiers pédagogiques*(n° 498).
- Kantor, L., Lipton, K., Manchester, A., & Oliveira, V. (1997). Estimating and addressing America's food losses. USDA report. *Food Review*, 2-13.
- Kelly, G. J., Druker, S., & Chen, C. (1998). Students' reasoning about electricity: combining performance assessment with argumentation analysis. *International Journal of Science Education*, Vol.20(Issue 7), 849-871.
- Kelly, T., Yang, W., Chen, C. S., Reynolds, K., & He, J. (2008). Global burden of obesity in 2005 and projections to 2030. *International Journal of Obesity*, Vol. 32(Issue 9), 1431-1437.
- Kerzil, J., & Vinsonneau, G. (2004). *L'interculturel : principes et réalités à l'école*. Fontenay sous Bois: Sides.
- King, P. M., & Kitchener, K. S. (1994). *Developing Reflective Judgment: Understanding and Promoting Intellectual Growth and Critical Thinking in Adolescents and Adults*. San Francisco CA: Jossey-Bass Publishers.

- Kohlberg, L. (1963). The development of children's orientations toward a moral order: Sequence in the development of moral thought. *Vita humanita*, Vol.6, 11-33.
- Kolstø, S. D. (2001a). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial SSI. *Science Education*, Vol.85(Issue 3), 291-310.
- Kolstø, S. D. (2001b). 'To trust or not to trust, ...' - pupils' ways of judging information encountered in a socio-scientific issue. *International Journal of Science Education*, Vol.3(Issue 9), 877-901.
- Kolstø, S. D. (2005). Assessing the science dimension of environmental issues through environmental education. Dans E. A. Johnson, & M. J. Mappin, *Environmental Education and Advocacy. Changing Perspectives of Ecology and Education* (pp. 207-224). Cambridge: Cambridge University Press.
- Kolstø, S. D. (2006). Patterns in Students' Argumentation Confronted with a Risk-focused Socio-scientific Issue. *International Journal of Science Education*, 1689-1716.
- Korsager, M., & Jorde, D. (2013, septembre). *Global Climate Exchange. Students' collaborative communication in a global classroom*. Poster présenté à la conférence ESERA European Science Education Research Association, Nicosia, Cyprus.
- Kuhn, T. S. (1962). *The Structure of the Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press.
- Lagadec, P. (1981). *La civilisation du risque. Catastrophes technologiques et responsabilité sociale*. Paris: Le seuil.
- Lakatos, I. (1978). *The methodology of scientific research programmes*. New York: Cambridge university press.
- Lange, J. (2007). Penser l'éducation scientifique en termes de contribution à l'éducation au développement durable : l'exemple des sciences de la Vie et de la Terre. *Formation et pratiques d'enseignement en questions*(13), 137-156.
- Lange, J.-M. (2008). L'éducation au Développement Durable au regard des pratiques enseignantes. *Aster*(n°46), 1-27.
- Lange, J.-M., & Martinand, J.-L. (2010). Éducation au développement durable: balises pour un curriculum. Dans A. Hasni, & J. Lebeaume, *Enjeux contemporains de l'éducation scientifique et technologique* (pp. 125-154). Ottawa: Les Presses de l'Université d'Ottawa.
- Lange, J.-M., & Victor, P. (2006). Didactique curriculaire et « éducation à ...la santé, l'environnement et au développement durable » : quelles questions, quels repères ? *Didaskalia*(n°28), 85-100.
- Lange, J.-M., Trouvé, A., & Victor, P. (2007). Expression d'une opinion raisonnée dans les éducation à... : quels indicateurs ? Strasbourg Actes du congrès international de l'Actualité de la Recherche en Education et en Formation AECSE. 29 aout-1 septembre.
- Langelaan, M. L., Boonen, K. J., Polak, R. B., Baaijens, F. P., Post, M. J., & Van der Shaft, D. W. (2010). Meet the new meat : tissue engineered skeletal muscle. *Trends in food science & technology*, Vol.21(n° 2), 59-66.

- Larochelle, M., & Désautels, J. (2006). L'éducation aux sciences et le croisement des expertises. Dans A. Legardez, & L. Simonneaux, *L'école à l'épreuve de l'actualité Enseigner les questions vives* (pp. 61-77). Paris: ESF.
- Latouche, S. (2001). Malaise dans l'association ou pourquoi l'économie plurielle et solidaire me laisse perplexe. Dans J.-L. Laville, A. Caillé, & P. Chanial, *Association, démocratie et société civile* (pp. 17-26). Paris: La découverte "Recherches".
- Latour, B. (1989). *La science en action. Introduction à la sociologie des sciences*. Paris: La découverte.
- Latour, B. (1991). *Nous n'avons jamais été modernes. Essai d'anthropologie symétrique*. Paris: La découverte.
- Latour, B. (2003). Science et politique : les nouvelles institutions de la république. Dans H. Atlan, *Latour, B. (2003). Science et politique : les nouvelles institutions de la république. In Atlan (Ed.) Savoirs et démocratie. Marseille :* (pp. 121-142). Marseille: Parenthèses, collection savoirs à l'œuvre.
- Latour, B. (2005). *Reassembling the social : An introduction to actor-network-theory*. Oxford: Oxford University Press.
- Lattermann, S. (2008). Le dessalement est-il écologique ? *La Recherche*(n°421), 62-65.
- Lattermann, S., & Höpner, T. (2003). *Seawater desalination. Impacts of Brine and Chemical Discharge on the Marine Environment*. Hopkinton, MA: Balaban Desalination Publications.
- Lavelle, S. (2006). *Science, technologie et éthique : conflits de rationalité et discussion démocratique. Paris : ellipses*. Paris: ellipse.
- Laville, F. (2000). La cognition située. Une nouvelle approche de la rationalité limitée. *Revue économique, Vol. 51*(n°6), 1301-1331.
- Le Bras, H. (2011, Novembre). 9,3 milliards d'humains en 2050 ? *La Recherche*(n°457), p. 96.
- 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.30*(n°3), 647-665.
- Legardez, A. (2011). Eduquer au développement durable et faciliter la co-construction de savoirs pour une écocitoyenneté critique. Propositions et illustrations. Dans B. Bader, & L. Sauvé, *Education, environnement et développement durable ; vers une écocitoyenneté critique* (pp. 161-188). Québec: Presses de l'Université de Laval.
- Legardez, A., & Simonneaux, L. (2006). *L'école à l'épreuve de l'actualité- Enseigner les questions socialement vives*. Paris: ESF.
- Legault, C. (1978). Génétique et reproduction chez le porc. Dans *Actes des journées recherches porcines en France* (pp. 43-60). Paris: ITP.INRA.

- Legendre, M.-F. (1994). Problématique de l'apprentissage et de l'enseignement des sciences au secondaire : un état de la question. *Revue des sciences de l'éducation*, 657-677.
- Leininger-Frézal, C. (2009). Le développement durable et ses enjeux éducatifs : Acteurs, savoirs et stratégies territoriales. *Thèse*. Lyon: Université de Lyon, Faculté de Géographie, Histoire, Histoire de l'Art et du Tourisme.
- Léon, Y., & Rainelli, P. (1975). Les difficultés de financement des agriculteurs dynamiques de Bretagne. *Norois*(n° 87), 482-488.
- Leontiev, A. N. (1979). The Problem of Activity in Psychology. Dans J. V. Wertsch, *The Concept of Activity in Soviet Psychology* (pp. 37-71). New-York: Sharpe.
- Leridon, H., & De Marsily, G. (2011). *Démographie, climat et alimentation mondiale*. . Les Ulis: EDP sciences. Académie des Sciences, Rapport biennal sur la science et la technologie n°32.
- Lévêque, C. (2001). *Ecologie. De l'écosystème à la biosphère*. Paris: Dunod.
- Lévêque, C., Muxart, T., Abbadie, L., Weill, A., & Van Der Leuw, S. (2003). L'anthroposystème : entité structurelle et fonctionnelle des interactions sociétés-milieus. Dans C. Lévêque, & S. Van Der Leuw, *Quelles natures voulons-nous ?* (pp. 110-129). Paris: Elsevier.
- Levinson, R. (2010). Science education and democratic participation: an uneasy congruence? . *Studies in Science Education*, Vol.46(n°1), 69-119.
- Lévy-Leblond, J.-M. (1977). Mais ta physique ? Dans H. Rose , *L'idéologie de/dans la science* (pp. 112-165). Paris: Le Seuil.
- Lévy-Leblond, J.-M. (1992). About misunderstandings about misunderstandings. 1, 17-22. *Public Understanding of Science*, Vol.1(n°1), 17-22.
- Lewis, J., & Leach, J. (2006). Discussion of Socio-scientific Issues : The role of science knowledge. *International Journal of Science Education*, Vol.28(Issue 11), 1267-1287.
- Lhoste, Y. (2005). Argumentation sur les possibles et construction du problème dans le débat scientifique en classe de 3ème sur le thème de la nutrition. *Aster*(n°40), 153-176.
- Lhoste, Y., Peterfalvi, B., & Orange, C. (2007). Problématisation et construction de savoirs en SVT : quelques questions théoriques et méthodologiques. *Colloque AREF*. Strasbourg.
- Liarakou, G., & Flogaitis, E. (2000). Quelle évaluation pour quelle éducation relative à l'environnement ? *Education relative à l'environnement*, Vol.2, 13-29.
- Licoppe, C. (1976). *La formation de la pratique scientifique. Le discours de l'expérience en France et en Angleterre (1630-1820)* . Paris: La découverte.
- Lipovetsky, G., & Charles, S. (2004). *Les temps hypermodernes*. Paris: Grasset & Fasquelle Nouveau collège de philosophie.
- Lléna, C. (2008). Le développement peut-il être durable ? *Education relative à l'Environnement*(n°7), 267-274.

- Lucas, A. M. (1980-1981). The Role of Science Education in Education for Environment. *The Journal of Environmental Education*, 12(n°2), 32-37.
- Lyotard, J.-F. (1979). *La condition postmoderne : rapport sur le savoir*. Paris: Minuit.
- Magnan, A. (2009). La vulnérabilité des territoires littoraux au changement climatique : mise au point conceptuelle et facteurs d'influences. *Iddri analyses*(n°1), 3-27.
- Malthus, T. R. (1798). *Essai sur le principe de population*. London: J. Johnson.
- Marris, C. (1999). OGM : comment analyser les risques ? *Biofutur*(n°195), 44-47.
- Marsh, G. P. (1864). *Man and Nature; or Physical Geography as Modified by Human Action*. New York: C. Scribner.
- Martinez, M.-L. (2011). Approche anthropologique de la construction d'identités citoyennes. Dans A. Legardez, & L. Simonneaux, *Développement durable et autres questions d'actualité* (pp. 89-112). Toulouse: Eduter coll. Transversales.
- Mathevet, R., Le Page, C., Etienne, M., Lefebvre, G., Poulin, B., Gigot, G., . . . Mauchamp, A. (2007). BUTORSTAR: A role-playing game for collective awareness of wise reedbed use. *Simulation Gaming, Vol.38*(n°2), 223-262.
- Mathevet, R., Lepart, J., & Marty, P. (2013). Du bon usage des ZNIEFF pour penser les territoires de la biodiversité. *Développement durable et territoires, Vol.4*(n°1), [En ligne <http://developpementdurable.revues.org/9649>].
- Maurel, A. (2006). *Dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres et autres procédés non conventionnels d'approvisionnement en eau douce*. Paris: Lavoisier, collection TEC & DOC (2°Ed).
- McMichael, A. J., Powles, J. W., Butler, C. D., & Uauy, R. (2007). Food, livestock production, energy, climate change, and health. *The lancet, Vol. 370*(Issue 9594), 1253-1270.
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., & Behrens, W. (1972). *The Limits to growth*. New York: Universe Books.
- Means, M. L., & Voss, J. F. (1996). Who reasons well ? Two studies of informal reasoning among children of different grade, ability, and knowledge levels. *Cognition and Instruction*(n°14), 139-178.
- Meirieu, P. (1984). *Itinéraire des pédagogies de groupe* (éd. 2010). Lyon: Chronique sociale.
- Meirieu, P. (2011). Du monde objet au monde projet. La revue durable. *La revue durable*(n°42), 20-24.
- Ménesguen, A. (1998). *Détermination d'objectifs de qualité en nutriments dissous pour les rivières alimentant la marée verte des baies de Saint-Brieuc et Lannion*. Saint-Brieuc: Rapport final de contrat pour le Conseil Général des Côtes d'Armor, 24 p.

- Ménesguen, A. (2003). *Les marées vertes en Bretagne, la responsabilité du nitratel*. Brest: IFREMER, Direction de l'Environnement et de l'Aménagement du Littoral.
- Ménissier, T. (2010). La démocratie directe en contradiction. *Le Monde, Dossier et documents mars 2011*(n° 406).
- Mercer, N. (1994). The quality of talks in children's joint activity at the computer. *Journal of Computer Assisted Learning, Vol. 10*(Issue 1), 24-32.
- Mercer, N. (1995). *The Guided Construction of Knowledge: talks amongst teachers and learners*. Clevedon, England: Multilingual Matters.
- Mercer, N., Wegerif, R., & Dawes, L. (1999). Children's talk and the development of reasoning in the classroom. *British educational research journal, Vol.25*(n°1), 95-111.
- Metzger, J. J., & Aynaud, J. M. (1978). Réactions immunitaires et protection du porcelet contre les infections digestives Applications à la gastro-entérite Transmissible du Porc. Dans *Actes des journées recherches porcines en France* (pp. 289-306). Paris: ITP.INRA.
- Michalon, C. (2002). *Histoire de différences, différences d'histoires*. Saint Maur: Sépia.
- Millar, R. (1997). Science education for democracy: What can the school curriculum achieve? Dans R. Levinson, & J. Thomas, *Science today: Problem or crisis?* (pp. 87-101). London: Routledge.
- Miller, J. D. (1983). Scientific literacy: A conceptual and empirical overview. *Daedalus, Vol.112*(n°2), 29-48.
- Moiraud, J.-P. (2011). Un temps et un espace revisités. Dans F. Poyet, & C. Develotte, *L'éducation à l'heure du numérique, état des lieux, enjeux et perspectives* (pp. 93-104). Mayenne: ENS – INRP, coll. technologies nouvelles et éducation.
- Molinatti, G. (2007). *Médiations des sciences du cerveau Approche didactique et communicationnelle de rencontres entre neuroscientifiques et lycéens*. Paris: Thèse de doctorat du Museum d'Histoire Naturelle.
- Moliner, P. (1996). *Images et représentations sociales. De la théorie des représentations à l'étude des images sociales*. Grenoble: Presses Universitaires de Grenoble.
- Moore, W. S. (2002). Understanding learning in a postmodern world: Reconsidering the Perry scheme of intellectual and ethical development. Dans B. K. Hofer, & P. R. Pintrich, *Personal epistemology The psychology of beliefs about knowledge and knowing* (pp. 17-36). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Morin, E. (1991). *La Méthode 4. Les idées, leur habitat, leur vie, leurs moeurs, leur organisation*. Paris: Seuil.
- Morin, E. (1999). *Les sept savoirs nécessaires à l'éducation du futur*. Paris: Unesco.

- Morin, O., & Simonneaux, L. (2011). Traitement phytosanitaire contre une espèce invasive. Points de vue de futurs enseignants dans la perspective du plan Ecophyto 2018. Dans A. Legardez, & L. Simonneaux, *Développement durable et autres questions d'actualité- Questions socialement vives dans l'enseignement et la formation* (pp. 129-144). Dijon: Educagri.
- Morin, O., Simonneaux, L., Tytler, R., & Simonneaux, J. (2011). A framework for considering cross-cultural exchanges as a way to develop reasoning about environmental socio-scientific issues. Dans Esera, *Science learning and citizenship* (pp. 88-94). Lyon: Ebook proceedings of the Esera 2011 conference.
- Morin, O., Simonneaux, L., Tytler, R., & Simonneaux, J. (2013). Digital technology to support student's socio-scientific reasoning about environmental issues. *Journal of Biological Education*, Vol.47(Issue 3), 157-165.
- Morin, O., Tytler, R., Barraza, L., Simonneaux, L., & Simonneaux, J. (2013, mars). Cross cultural exchanges to support reasoning about socio-scientific sustainability issues. *Teaching Science*, 59(I), 16-22.
- Mork, S. M. (2006). ICT in Science Education. Exploring the Digital Learning Materials at viten.n o. *NorDiNa*, Vol.2(n°1), 89.
- Mortureux, M. (2010). *Relative aux recommandations de prévention des risques liés aux algues vertes pour la santé des populations avoisinantes, des promeneurs et des travailleurs*. Maisons-Alfort: Avis de l'agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail.
- Moscovici, S. (1976). Psychologie des représentations sociales. *Cahier Vilfredo Pareto*, Vol.14, 409-416.
- Moscovici, S. (1984). *Psychologie sociale* (éd. 1998). Paris: PUF fondamental.
- Mugny, G., & Perret-Clermont, A.-N. (1976). Conflit de centration et progrès cognitif. *Bulletin de psychologie*, Vol.29(n°321), 199-204.
- Noiville, C. (2011, février). La science est bien au cœur du principe de précaution. p. 76. (C. Klinger, Intervieweur, & L. r. n°449, Éditeur)
- Nowotny, H., Scott, P., & Gibbons, M. (2003). Mode 2 Revisited : The New Production of Knowledge. *Minerva*, vol. 41(n°3), 179-194.
- O.N.U. (2007). *Coping with water scarcity : challenge of the twenty-first century*. Rome: FAO 2007 World Water Day.
- OECD. (1998). *Instrument design: A framework for assessing scientific literacy*. Report of Project Managers Meeting, Arnhem, The Netherlands: Programme for International Student Assessment.
- OECD. (2006). *Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy – A Framework for PISA 2006*. Paris: OECD.

- Oliver, J. S., Jackson, D. F., Chun, S., & Kemp, A. (2001). The Concept of Scientific Literacy: A View of the Current Debate as an Outgrowth of the Past Two Centuries. *Electronic Journal of Literacy through Science, Vol.1*(issue 1).
- Ollivier, C. (2007). Wikis : promouvoir l'écriture collaborative et la publication en ligne pour développer de réelles interactions sociales. *congrès EPAL: Echanger pour apprendre en ligne*. Grenoble, 7-9 juin.
- OMS. (2008). *Worldwide prevalence of anemia 1993-2005*. World Health Organization: Genève.
- Orange, C. (1998). Débats scientifiques dans la classe et espaces-problème. Dans *Deuxième colloque international Recherches et formation des enseignants*. Grenoble, février 98, IUFM de l'académie de Grenoble.
- Orange, C. (2002). Apprentissages scientifiques et problématisation. *Les Sciences de l'éducation, pour l'ère nouvelle, Vol.35*(n°1), 25-42.
- Orange, C. (2007). Quel milieu pour l'apprentissage par problématisation en Sciences de la Vie et de la Terre ? *Education et didactique, Vol.1*(n°2), 37-56.
- O'Riordan, T. (1985). Research Policy and Review 6. Future Directions for Environmental Policy. *Environment and Planning, Vol.17*(n°11), 1431-1446.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching, Vol.41*(Issue 10), 994-1020.
- Ost, F. (1995). *La Nature hors la loi, l'écologie à l'épreuve du droit*. Paris: Editions la découverte.
- Östman, L. (1998). How Companion Meanings Are Expressed by Science Education Discourse. Dans D. A. Roberts, & L. Östman, *Problems of Meaning in Science Curriculum* (pp. 54-70). NewYork: Teachers College Press.
- Ostrom, E. (1990). *La gouvernance des biens communs : pour une nouvelle approche des ressources naturelles* (éd. traduction française 2010). Paris: De Boeck.
- Patou-Mathis, M. (2009). *Mangeurs de viande De la préhistoire à nos jours*. Paris: éditions Perrin.
- Pavy, B. (2004). *Classes de découverte, sorties pédagogiques et voyages scolaires : au service des enfants, un projet des enseignants et des territoires* -. Rapport de la mission parlementaire confiée par le Premier Ministre, auprès du Ministre de l'Éducation Nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, à Madame PAVY, Député de la Sarthe.
- Pellaud, F. (2011). *Pour une éducation au développement durable*. Versailles: Quae (Coll. Essais).
- Pellaud, F., Giordan, A., & Easte, R. E. (2007). Vers de nouveaux paradigmes scolaires. *Chemin de Traverse*(n°5 – Solstice d'été).
- Perret-Clermont, A.-N. (1979). *La construction de l'intelligence dans l'interaction sociale*. Bern: Peter Lang.

- Perry, W. G. (1970/1998). *Forms of intellectual and ethical development in the college years: A scheme* (éd. 2e). San Francisco: Jossey Bass.
- Pestre, D. (2003). *Science, argent et politique. Un essai d'interprétation*. Paris: Inra.
- Pestre, D. (2007). La gouvernance des sciences en société, la gouvernance des sociétés en sciences : les tensions entre savoirs, pouvoir et démocratie. Dans *Sciences en société au XXI siècle : autres relations, autres pratiques* (pp. 41-56). Actes du Colloque de Strasbourg, 28-29 novembre: CNRS éditions.
- Pestre, D. (2013). Les sciences ne sont pas les seuls savoirs décisifs dans les débats publics. *La Recherche*(n° 474), 74-77.
- Petrella, R. (1998). *Le manifeste de l'eau Pour un contrat mondial*. Bruxelles: Labor.
- Peyraud, J.-L. (2011). *Dimension économique et impact environnemental de la production de viande bovine en France*. Paris: Académie d'agriculture de France, séance du 15 novembre.
- Pfaffenzeller, S., Newbold , P., & Rayner, A. (2007). A short note on updating the Frilli and Yang commodity price index. *World Bank Economic Review*, Vol.21(n°1), 151-163.
- Piriou, J.-Y. (1985). *Les marées vertes sur le littoral breton bilan 1985*. Brest: Direction de l'environnement et des recherches océaniques. IFREMER.
- PNUE. (2005). *Millennium ecosystem assessment. Ecosystems and human wellbeing*. Washington DC: Island Press.
- Pommier, M., & Boyer, R. (2005). *La généralisation de l'Éducation à l'Environnement pour un Développement Durable (EEDD) vue par des enseignants du secondaire*. Lyon: Institut national de recherche pédagogique.
- Popkin, B. M. (2006). Global nutrition dynamics : the world is shifting rapidly toward a diet linked with non communicable diseases. *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol.84(Issue 2), 289-298.
- Popper, K. R. (1991). *La connaissance objective*. Paris: Complexe (Traduction partielle de Objective Knowledge 1972/78).
- Potin, Y. (2007, mars 17). *Travail coopératif, quand la distance permet le rapprochement*. Récupéré sur Travail Collaboratif assisté par ordinateur (TCAO) Centre de Ressources en Economie et Gestion: <http://www.creg.ac-versailles.fr/IMG/pdf/TCAO.pdf>
- Poulain, J.-P. (2002). *Manger aujourd'hui. Attitude, normes et pratiques*. Paris: Privat.
- Poyet, F. (2011). Culture scolaire et culture numérique en tension. . Dans F. Poyet, & C. Develotte, *L'éducation à l'heure du numérique, état des lieux, enjeux et perspectives* (pp. 29-46). Mayenne: ENS –INRP, coll. technologies nouvelles et éducation.
- Prensky, m. (2001). Digital natives, digital immigrants Part 1. *On the Horizon*, Vol.9(Issue 5), 1-6.

- Rastouin, J.-L. (2010). Quel avenir alimentaire pour la planète ? *Conférence-débat du 15 octobre* (pp. 4-12). Lille: Comité Français pour la Solidarité Internationale - Cap Solidarités.
- Ratcliffe, M. (1997). Pupil decision making about socio-scientific issues within the science curriculum. *International Journal of Science Education*, Vol.19(Issue 2), 167-182.
- Reiss, P. (1997). Promoting thinking through the discussion of new proposals in the area of biotechnology and genetics . *Master Thesis in Science Education, University of Lisbon, Faculty of Sciences, Department of education*.
- Rey, B. (2005). Peut-on enseigner la problématisation ? *Recherche et formation*(n°48), 91-105.
- Reynaud, C. (2008). À la recherche de dispositifs didactiques favorables au développement de valeurs citoyennes : le « débat » socio-cognitif. Dans D. Favre, A. Hasni, & C. Reynaud, *Les valeurs explicites et implicites dans la formation des enseignants Entre toujours plus et mieux vivre ensemble* (pp. 91-100). Bruxelles: De Boeck.
- Reynaud, C., & Favre, D. (1999). Evaluation d'un dispositif didactique utilisant une approche conceptuelle en écologie, l'apprentissage par résolution de problèmes et le débat socio-cognitif à l'université : compte rendu d'innovation. *Didaskalia*(n°14), 131-145.
- Richard, V., & Bader, B. (2009). Re-presenting the Social Construction of Science in Light of the Propositions of Bruno Latour : For a Renewal of the School Conception of Science in Secondary Schools. *Science Education*, Vol.94(Issue 4), 743-759.
- Roberts, D. A. (2007). Scientific literacy/science literacy. Dans S. K. Abell, & N. G. Lederman, *Handbook of Research on Science Education* (pp. 729-780). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Robine, F. (2009). Réformer l'éducation scientifique : une prise de conscience mondiale. *Revue internationale d'éducation*(n°51 Un renouveau de l'enseignement des sciences), 27-34.
- Robottom, I., & Hart, P. (1993). *Research in Environmental Education. Engaging the Debate*. Geelong, Australia: Deakin University Press.
- Rodrigues, A. S., Ewers, R. M., Parry, L., Souza, C. J., Vérissimo, A., & Balmford, A. (2009). Boom and bust development patterns across the amazon deforestation frontier. *Science*, Vol.324(N°5933), 1435-1437.
- Roqueplo, P. (1983). *Penser la technique pour une démocratie concrète*. Paris: Le Seuil.
- Roqueplo, P. (1997). *Entre savoir et décision, l'expertise scientifique*. versailles: Inra, éditions Quæ « Sciences en questions ».
- Rosanvallon, P. (2006). *La contre-démocratie, la politique à l'âge de la défiance*. Paris: Points Essais.
- Ross, A. (2000). *Curriculum : construction and Critique*. London and New York: Falmer Press.

- Rousseau, O., & Girault, Y. (2003). Développement touristique et ERE : Conflits de représentations autour du projet de valorisation muséographique d'un territoire. *Éducation relative à l'environnement – Regards, Recherches, Réflexions, Vol.4*, 163-184.
- Sachs, I. (1980). *Stratégie de l'écodéveloppement*. Paris: Editions ouvrières. Coll.Développement et civilisations.
- Sadler, T. D., & Fowler, S. R. (2006). A Threshold Model of Content Knowledge Transfer for Socioscientific Argumentation. *Science Education, Vol.90*, 986-2004.
- Sadler, T. D. (2011). Situating Socio-scientific Issues in Classrooms as a Means of Achieving Goals of Science Education. Dans T. D. Sadler, *Socio-Scientific Issues in the Classroom. Teaching, Learning and Research* (pp. 1-10). The Netherlands: Springer.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2004). The morality of SSI: Construal and resolution of genetic engineering dilemmas. *Science Education, Vol.88*(Issue 1), 4-27.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching, Vol.42*(n°1), 112-138.
- Sadler, T. D., Barab, S. A., & Scott, B. (2007). What do students gain by engaging in socio-scientific inquiry? *Research in Science Education, 37*(Issue 4), 371-391.
- Sadler, T. D., Klosterman, M. L., & Topcu, M. S. (2011). Learning Science Content and Socio-scientific Reasoning Through classroom Explorations of Global Climate Change. Dans T. D. Sadler, *Socio-scientific Issues in the Classroom: Teaching, Learning and Research* (pp. 45-77). Dordrecht: Springer.
- Sánchez-Lizaso, J.-L. (2008). Salinity tolerance of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*: recommendations to minimize the impact of brine discharges from desalination plants Desalination. *Desalination, Vol.221*(Issue 1-3), 602-607.
- Saoudi, H. (2009). *Etude de la relation biodiversité-transgénèse végétale à l'université selon une double perspective : socio-scientifique et durable Contribution à l'éducation à l'environnement pour le développement durable*. Thèse de doctorat en sciences de l'éducation: Université de Toulouse II Le Mirail.
- Sauvé, L. (1991). Essai de typologie des approches concernant l'objet d'apprentissage en éducation relative à l'environnement. Dans *Ecole et médias face aux défis de l'environnement* (pp. 51-55). Chamonix 29 au 31 janvier: Actes des XIIIe Journées Internationales sur la Communication, l'Éducation et la Culture Scientifique et Industrielles.
- Sauvé, L. (1997). L'approche critique en éducation relative à l'environnement : origines théoriques et applications à la formation des enseignants. *Revue des sciences de l'éducation, Vol. 23*(n°1), 169-187.
- Sauvé, L. (2006). Complexité et diversité du champ de l'éducation relative à l'environnement. *Chemin de traverse*(n°3 Solstice d'été), 51-62.
- Sauvé, L. (2007). L'équivoque du développement durable. *Chemin de traverse*(n°4), 31-47.

School 2.0 wiki. (s.d.). Récupéré sur School 2.0: <http://school20.wikispaces.com/>

Shamos, M. (1995). *The myth of scientific literacy*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press.

Simonneaux, J. (2007). Les enjeux didactiques des dimensions économiques et politiques du développement durable. *Ecologie et Politique*(n°34), 129-140.

Simonneaux, J. (2008). L'enseignement des valeurs fait la valeur de l'enseignement. Dans D. Favre, A. Hasni, & C. Reynaud, *Les valeurs explicites et implicites dans la formation des enseignants. Entre toujours plus et mieux vivre ensemble* (pp. 131-140). Bruxelles.

Simonneaux, J. (2011a). Légitimité des savoirs et des expertises, l'exemple du développement durable. Dans A. Legardez, & L. Simonneaux, *Développement durable et autres questions d'actualité* (pp. 365-382.). Toulouse: Eduter coll. Transversales.

Simonneaux, J. (2011b). *Les configurations didactiques des Questions Socialement Vives économiques et sociales*.

Simonneaux, J. (2011c). Les controverses sur le développement durable à l'épreuve d'une perspective éducative. Dans B. Bader, & L. Sauvé, *Education, environnement et développement durable ; vers une écocitoyenneté critique* (pp. 251-292). Québec: Presses de l'Université de Laval.

Simonneaux, L. (2000). Identité disciplinaire et opinions vis-à-vis des savoirs biotechnologiques d'enseignants en sciences humaines et d'enseignants en sciences et techniques. *Aster*(n°30), 39-64.

Simonneaux, L. (2006). Quel enjeu éducatif pour les questions biotechnologiques ? Dans A. Legardez, & L. Simonneaux, *L'école à l'épreuve de l'actualité* (pp. 33-59). Condé sur Noireau: ESF.

Simonneaux, L. (2012). Review Sadler, T.D. (2011). Socio-scientific Issues in the Classroom: Teaching, Learning and Research. Dans M. R. Matthews, *Science & Education Contributions from History, Philosophy and Sociology of Science and Mathematics* (Vol. 22, pp. 723-728).

Simonneaux, L., & Simonneaux, J. (2009a). Students' socio-scientific reasoning on controverses from the viewpoint of education for sustainable development. *Cultural Studies of Science Education, Vol.4*(Issue 3), 657-687.

Simonneaux, L., & Simonneaux, J. (2009b). Socio-scientific reasoning influenced by identities. *Cultural Studies of Science Education, Vol.4*(n°3), 705-711.

Solomon, J. (1983). *Science in a Social Context CISCON-in-school*. Oxford: Basil Blackwell.

Solomon, J., & Aikenhead, G. S. (1994). *STS education: International perspectives on reform*. New York: Teachers College Press.

Spiro, R. J., Feltovitch, P. J., Jacobson, M. J., & Coulson, R. L. (1992). Cognitive Flexibility, Constructivism and Hypertext : Random Access Instruction for Advanced Knowledge Acquisition. Dans T. M. Duffy, & D. H. Jonassen, *Constuctivism and the Technology of Instruction : a conversation* (pp. 57-75). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

- Stengers, I. (1987). *D'une science à l'autre. Des concepts nomades*. Paris: Le seuil.
- Stengers, I. (1993). *L'invention des sciences modernes* (éd. 1995). Paris: Flammarion La Découverte.
- Stengers, I. (2001). Le développement durable : une nouvelle approche ? *Courrier de l'environnement de l'INRA*(n°44), 5-13.
- Suchman, L. A. (1987). *Plans and situated actions: the problem of human/machine communication*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Syvitski, J. P., & Kettner, A. (2011). Sediment flux and the Anthropocene. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, vol.369(n°1938), 957-975.
- Tansley, A. G. (1935). The use and abuse of vegetational concepts and terms. *Ecology*, vol.16(n°3), 284-307.
- Tartas, V. (2009). *Comment les enfants entrent dans la culture scientifique ? Interactions sociales, artefacts et construction de concepts en astronomie*. Université de Lausanne, 10-12 décembre: Colloque international Psychologie du développement, Sémiotique et Culture (PsyDeSC).
- Tartas, V. (2012). *Outils culturels et dynamiques sociocognitives dans la co-construction des connaissances chez des enfants d'âge scolaire. Etudes de micro-histoires développementales*. Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches soutenu le 10 décembre 2012: Université de Toulouse Le Mirail.
- Tata-Ducru, F. (2009). *Dessalement de l'eau de mer : bilan des dernières avancées technologiques ; bilan économique ; analyse critique en fonction des contextes*. Paris: Agence Française de Développement.
- Theillard de Chardin, P. (1956). *Le phénomène humain*. Paris: Les Éditions du Seuil.
- Thibert, R. (2012). *Pédagogie + Numérique = Apprentissages 2.0*. Lyon: Institut Français de l'Éducation, Dossier d'actualité. Veille et Analyses n° 79.
- Thill, S. (2008, Juillet 31). La planète bleue perd des couleurs. *Courrier International*(n°926).
- Thomson, M., Ellis, R. J., & Wildavsky, A. B. (1990). *Cultural Theory*. Boulder, CO: Westview Press.
- Tiberghien, A. (2007). Legitimacy and references of scientific literacy. Dans *Promoting Scientific Literacy: Science Education Research in Transaction* (pp. 130-134). Uppsala, Sweden, May 28-29: Proceedings of the Linnaeus Tercentenary Symposium held at Uppsala University.
- Tiberghien, A. (2009). Préface. Dans V. Albe, *Enseigner des controverses* (pp. 7-14). Rennes: Presses Universitaires de Rennes.
- Topçu, S. (2008). Tensions liées aux rhétoriques du profane : le cas du nucléaire. Dans T. Fromentin, & S. Wocjik, *Le profane en politique. Compétences et engagement du citoyen* (pp. 85-110). Paris: L'Harmattan, coll. Logiques politiques.

- Toulmin, S. E. (1958/1993). *Les usages de l'argumentation*. (P. Brabanter, Trad.) Paris: PUF.
- Touraine, A. (1969). *La société post-industrielle. Naissance d'une société*. Paris: Denoël.
- Tournut, J. (1978). Les progrès en pathologies porcines. Dans *Actes des journées recherches porcines en France* (pp. 277-288). Paris: ITP.INRA.
- Toussaint, R. M.-J., & Lavergne, M.-H. (2005). Problèmes complexes flous en environnement et pensée réflexive d'élèves du secondaire. *Aster*(n°40), 39-66.
- Tozzi, M. (2004). Débat scolaire : les enjeux anthropologiques d'une didactisation. *Tréma*(n°23), 49-57.
- Trabelsi, N. C., & Simonneaux, L. (2006). Analyse des arguments de jeunes élèves tunisiens de la fin du secondaire autour d'un débat socio-éthique en génie génétique. *Aster*(n°42), 159-162.
- Troadec, B. (2006). La relation entre culture et développement cognitif : une introduction. *Enfance* 2, Vol.58, 108-117.
- Tutiaux-Guillon, N. (2006). Le difficile enseignement des « questions vives » en histoire-géographie. Dans A. Legardez, & L. Simonneaux, *L'école à l'épreuve de l'actualité Enseigner les questions vives* (pp. 119-135). Paris: ESF.
- Tutiaux-Guillon, N. (2011). Le développement durable en France. Suffit-il de prescrire une question vive pour qu'elle existe à l'école ? Dans A. Legardez, & L. Simonneaux, *Développement durable et autres questions d'actualité. Questions socialement vives dans l'enseignement et la formation* (pp. 215-230). Dijon: Educagri.
- Tutiaux-Guillon, N., & Considère, S. (2010). L'éducation au développement durable, entre injonctions ministérielles et obstacles didactiques. *Revue suisse des sciences de l'éducation*, Vol.32(2), 193-211.
- Tytler, R. (2012). Socio-Scientific Issues, Sustainability and Science Education. *Research in Science Education*, Vol.42(n°1), 155-163.
- Tytler, R., Duggan, S., & Gott, R. (2001). Dimensions of evidence, the public understanding of science and science education. *International Journal of Science Education*, Vol.23(n°8), 815-832.
- UE. (2009). *Attitudes of consumers towards the welfare of farmed animals*. Bruxelles: Commission européenne Eurobaromètre spécial 229.
- UICN, PNUE, & WWF. (1980). *Stratégie mondiale de la conservation : la conservation des ressources vivantes au service du développement durable*. Gland Suisse.
- UNESCO. (1998). Vers un nouveau contrat entre la science et la société. Kananaskis Village, 1-3 novembre, rencontre nord-américaine en prévision de la conférence mondiale sur la Science : La science pour le XXI^e siècle.
- Urgelli, B. (2009). *Les logiques d'engagement d'enseignants face à une question socioscientifique médiatisée: le cas du réchauffement climatique. Thèse de doctorat en sciences de*

- l'information et de la communication*. Lyon: Ecole Normale Supérieure Lettres et Sciences Humaines.
- Van der Linden, M., Seron, X., Le Gall, D., & Andrès, P. (1999). *Neuropsychologie des lobes frontaux*. Marseille: Solal.
- Veyret, Y. (2007). Le développement durable, incertitudes et questionnement. Dans *Informé, former ou éduquer ?*. Colloque scientifique EEDD : Montpellier, 7-8 juin.
- Villeneuve, C. (2005). C'est le pas qui trace le chemin- Histoire du développement durable et conceptions actuelles. Dans IFDD, *Le développement durable : quels progrès, quels outils, quelle formation ?* Chicoutimi, Québec: Actes du colloque International de la Francophonie. 9-11 mai 2005.
- Vincent, G. (1994). *L'éducation prisonnière de la forme scolaire. Scolarisation et socialisation dans les sociétés industrielles*. Lyon: Presses universitaires de Lyon.
- Vivien, F. D. (2001). Histoire d'un mot, histoire d'une idée : le développement durable à l'preuve du temps. Dans M. Jollivet, *Le développement durable, de l'utopie au concept* (pp. 19-60). Paris: Ed.Scientifiques et médicales Elsevier SAS.
- Vygotsky, L. S. (1934/1962). *Thought and Language* (éd. 1986). (E. Hanfmann, & G. Vakar, Trans.) Cambridge, MA: MIT press.
- Wegerif, R., & Mercer, N. (1997). A Dialogical Framework for Investigating Talk. Dans R. Wegerif, & P. Scrimshaw, *Computers and Talk in the Primary Classroom* (pp. 49-65). Clevedon: Multilingual Matters.
- Weinberg, A. M. (1972). Science and Trans-science. *Minerva*, 209-222.
- Wintz, M. (1995). De la nature produite à la nature sans l'homme. Quelques représentations de la nature à propos des projets de l'aménagement de l'ill domaniale. *Courrier de l'environnement de l'INRA*(n°24), 43-48.
- Worster, D. (1994). *The Wealth of nature*. Oxford: Oxford University Press.
- Wynne, B. (1991). Knowledge in context. *Science, Technology and Human values*, Vol.16(n°1), 111-121.
- Wynne, B. (1996). Misunderstood Misunderstandings: Social Identities and the Public Uptake of Science. Dans A. Irwin, & B. Wynne, *Misunderstanding Science? The Public Reconstruction of Science and Technology* (pp. 19-46). Cambridge: Cambridge University Press.
- Yang, F.-Y., & Anderson, O. R. (2003). Senior high school students' preference and reasoning modes about nuclear energy use. *International Journal of Science Education*, Vol.25(Issue 2), 221-244.
- Zalasiewicz, J., Williams, M., Haywood, A., & Ellis, M. (2011). The Anthropocene: a new epoch of geological time? *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, vol 369(n° 1938), 835-841.

- Zeidler, D. L. (1997). The central role of fallacious thinking in science education. *Science Education*, Vol.81(Issue 4), 483-496.
- Zeidler, D. L., & Sadler, T. D. (2007). The Role of Moral Reasoning in Argumentation : Conscience, Character, and Care. Dans S. Erduran, & M.-P. Jimenez-Aleixandre, *Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research (Contemporary Trends and Issues in Science Education)* (Vol. 35, pp. 201-216). Dordrecht: Springer.
- Zeidler, D. L., Herman, B. C., Ruzek, M., Linder, A., & Dhu-Sheng, L. (2013). Cross-cultural epistemological orientations to socioscientific issues. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol.50(Issue 3), 251-283.
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, Vol.89(issue 3), 357-377.
- Zeidler, D. L., Walker, K. A., Ackett, W. A., & Simmons, M. L. (2002). Tangled up in views: Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas. *Science Education*, Vol.86(Issue 3), 343-367.
- Zimmerman, C. (2000). The Development of Scientific Reasoning Skills. *Developmental Review*, Vol.20, 99-149.
- Zohar, A., & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol.39, 35-62.

