



HAL
open science

Les ressources en eau dans l'environnement de proximité: des chercheurs dans la classe

J.-Y. Léna, Marie-Pierre Julien, Raphaël Chalmeau, Anne Calvet, Christine Vergnolle Mainar

► To cite this version:

J.-Y. Léna, Marie-Pierre Julien, Raphaël Chalmeau, Anne Calvet, Christine Vergnolle Mainar. Les ressources en eau dans l'environnement de proximité: des chercheurs dans la classe. RDST - Recherches en didactique des sciences et des technologies , 2016, 13, pp.133 - 160. hal-01587392

HAL Id: hal-01587392

<https://hal.science/hal-01587392v1>

Submitted on 14 Sep 2017

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.

Les ressources en eau dans l'environnement de proximité : des chercheurs dans la classe

Jean-Yves Léna

Université Toulouse Jean-Jaurès, ESPE de Toulouse Midi-Pyrénées, laboratoire GEODE, SFR ESPE
jean-yves.lena@univ-tlse2.fr

Marie-Pierre Julien

Université Toulouse Jean-Jaurès, ESPE de Toulouse Midi-Pyrénées, laboratoire GEODE, SFR ESPE
marie-pierre.julien@univ-tlse2.fr

Raphaël Chalmeau

Université Toulouse Jean-Jaurès, ESPE de Toulouse Midi-Pyrénées, SFR ESPE
raphael.chalmeau@univ-tlse2.fr

Anne Calvet

Rectorat de Toulouse
a.calvet@ac-toulouse.fr

Christine Vergnolle Mainar

Université Toulouse Jean-Jaurès, ESPE de Toulouse Midi-Pyrénées, laboratoire GEODE, SFR ESPE
christine.vergnolle@univ-tlse2.fr

RÉSUMÉ • Un collège expérimente un Enseignement intégré de sciences et de technologie, à partir d'un projet multi-partenarial sur la ressource eau en montagne, à partir du contexte local. Ce projet s'appuyant sur l'intervention de chercheurs de l'OHM Haut Vicdessos en classe a permis de travailler sur des scénarii du futur. La recherche conduite s'est focalisée sur le degré et le type de contributions du monde de la recherche à la construction chez les élèves de capacités à se projeter vers le(s) futur(s). Les notions de transposition didactique et de pratiques sociales de référence ont été mobilisées pour positionner le travail et analyser les productions des élèves. Cette collaboration particulière semble favoriser la prise en compte par les élèves d'une grande diversité de données, de séquences temporelles et de sites clefs au sujet de la dynamique de la ressource eau en montagne.

MOTS-CLÉS • éducation, développement durable, futur, scénario, réseau, ressource en eau, analyse systémique, chercheur, transposition didactique

ABSTRACT • A middle school experiments a Teaching Integrated in Sciences and Technology, from a multi-partnership project on the resource water in mountain. This project leaning on researchers' intervention of the High Videssos's OHM in class allowed to work on scenarios of future. The led research focused on the degree and the type of contributions of the world of the research in the construction at the pupils of capacities to fall towards the future. The notions of didactic transposition and social reference practices were mobilized for positioning the work and analyzing the productions of the pupils. This particular collaboration seems to favor the consideration by the pupils of a big diversity of data, temporal sequences and sites keys.

KEYWORDS • education, sustainable development, future, scenario, network, water resources, systemic analysis, researcher, didactic transposition

Introduction

Accueillir des chercheurs en classe afin de faire découvrir aux élèves un métier, des savoirs, des instruments, une technique, un savoir-faire, est souvent une bonne idée qui se transforme parfois en un très bon moment de travail et de partage¹. Cette pratique est cependant loin d'être généralisée, malgré quelques dispositifs facilitants (ASTEP², les Savanturiers³). La mise en œuvre de coopérations entre des chercheurs et des enseignants semble rester un exercice exceptionnel pour les deux communautés. Une étude fournit un tour d'horizon approfondi sur les relations entre les chercheurs de l'Institut national de recherche agronomique (INRA) et les enseignants de lycées au sujet de partenariats éducatifs au sens large (Pommier, Foucaud-Scheunemann & Morel-Deville, 2010). Y sont notamment étudiés les représentations des uns et des autres, les contenus, la fréquence, les modalités des partenariats et les difficultés rencontrées. Deux freins majeurs sont identifiés : ceux relevant de la didactique, les autres concernant l'ingénierie de la collaboration. Sur le plan de la didactique, plusieurs décalages sont pointés : décalage entre l'entrée par la discipline enseignée ou par les instructions officielles et les objets de recherche des scientifiques non

Remerciements chaleureux aux personnes impliquées : les enseignants : Guillaume Chasseuil, Benoit Araud, Philippe Roux et les chercheurs : Simon Gascoin, hydrologue ; Éric Chauvet et Sylvain Lamothe, écologues ; Jean-Marc Antoine, géographe.

- 1 Cet article s'inscrit dans le cadre du projet «Éducation au développement durable : prise en compte du changement et des temporalités dans les territoires du Haut-Videssos», financé par le Labex DRIHM (OHM Haut-Videssos).
- 2 ASTEP : Accompagnement en sciences et technologie à l'école primaire. En ligne : <<http://eduscol.education.fr/pid23248-cid46580/l-accompagnement-en-science-et-technologie.html>> (consulté le 12 janvier 2016).
- 3 <<http://les-savanturiers.cri-paris.org/>>(consulté le 12 janvier 2016).

directement liés à ces instructions officielles, décalage entre le discours et les savoirs des scientifiques et le niveau de compréhension des élèves, notamment des classes de sixième et cinquième : « la recherche me paraît trop pointue au niveau des savoirs » (Pommier, Foucaud-Scheunemann & Morel-Deville, 2010, p. 142). Ainsi, « il n'existe pas de cadre suffisamment structurant, de circuit opérationnel ou de communauté d'échanges et de pratiques pour recontextualiser ces savoirs dans l'espace éducatif » (*ibid.*, p. 129).

Partant de ce constat, notre étude de cas s'intéresse à un partenariat entre, d'une part, un dispositif original de recherche sur un territoire (observatoire Hommes-Milieux [désormais : OHM] Pyrénées Haut-Videssos) et, d'autre part, une école et un collège du Videssos impliqués dans une expérimentation d'« école du socle ». Ce sont les classes charnières (CM2 et sixième) qui ont servi d'ancrage à notre recherche et plus précisément le travail mené en 2012-2013 dans le cadre d'un Enseignement intégré des sciences et technologie (EIST) centré sur l'eau en montagne, à partir du contexte local. La recherche conduite s'est focalisée sur la nature des contributions du monde de la recherche à la construction chez les élèves de capacités à se projeter vers le(s) futur(s), sachant qu'à ces niveaux de classe l'écart entre le travail scolaire et celui des scientifiques est grand.

Ce travail a bénéficié de la présence, dans la vallée du Videssos en Ariège, de chercheurs de l'OHM Pyrénées Haut-Videssos. Ce dispositif de l'Institut écologie environnement (INEE) du CNRS étudie, par des recherches interdisciplinaires, les changements de l'éco-socio-système local marqué par de fortes pressions anthropiques passées et présentes. Une de ses missions est de valoriser auprès de la population locale les résultats des recherches effectuées. Dans cette perspective, en son sein, une équipe d'enseignants-chercheurs et de formateurs s'attache plus particulièrement à mettre en perspective ces avancées scientifiques avec l'éducation au développement durable⁴.

1. Contexte et acteurs impliqués

1.1. Le collège du Montcalm et l'école primaire de Videssos

Le collège du Montcalm et l'école primaire de Videssos ont participé à une expérimentation nommée « École du socle », fondée sur la mise en place effective, intégrée, du socle commun des compétences, et centrée sur deux axes transversaux : la continuité des apprentissages pour les élèves et la construction progressive d'une culture commune entre les enseignants. Ceci s'est concrétisé par la réalisation de séquences d'enseignement et d'évaluation communes dans les domaines de la maîtrise du français, de l'apprentissage d'une langue vivante, de l'Enseignement d'intégration de culture humaniste (EICH) et d'un projet important d'Enseignement intégré de sciences

4 <http://w3.ohmpyr.univ-tlse2.fr/programme2014_12.php> (consulté le 29 avril 2015).

et de technologie (EIST). Ce dernier s'est matérialisé par un projet interdisciplinaire sur la ressource en eau dans la vallée du Haut-Videssos, auquel participaient un professeur des écoles, un professeur de sciences de la vie et de la Terre et un autre de technologie. Ce projet s'est déroulé de février à juin 2013.

Plusieurs objectifs ont présidé à la conception puis à la réalisation du projet interdisciplinaire sur l'eau (PIE) par l'équipe enseignante de l'école et du collège :

- i) conduire une expérience de rénovation de l'Enseignement intégré de science et de technologie en faisant travailler des enseignants de l'école primaire et des professeurs disciplinaires du collège (technologie, sciences de la vie et de la Terre) ;
- ii) préparer les élèves de CM2 à leur entrée au collège avec un dispositif impliquant d'autres professeurs que le professeur d'école référent ;
- iii) rencontrer des chercheurs et leurs méthodes de travail, construire une culture scientifique ;
- iv) travailler sur un projet interdisciplinaire centré sur l'eau, éducation scientifique et éducation au développement durable.

1.2. L'observatoire hommes-milieus du Haut-Videssos

Un OHM s'attache à « l'étude des socio-écosystèmes fortement anthropisés (anthropoconstruits), systèmes complexes qui nécessitent une convergence interdisciplinaire pour être étudiés et interprétés par une démarche d'écologie globale ». Les OHM⁵ sont ancrés dans un territoire marqué par un événement modificateur majeur d'origine anthropique (événement fondateur) venant perturber profondément un cadre socio-écologique fortement caractérisé (Chenorkian, 2014). Les OHM sont ainsi des outils qui répondent aux quatre fonctions d'observation, d'expérimentation, de modélisation et de stockage, appliquées au contexte spécifique des systèmes complexes. Ils ont pour objectifs de soutenir et développer les recherches fondamentales et appliquées, de prêter une attention particulière à la demande sociétale et de transmettre des éléments aptes à éclairer la décision politique. Dans ce but, ils sont co-construits à l'amont du processus décisionnel et co-développés ensuite avec les partenaires majeurs concernés par l'activité de l'OHM (recherche, société, politiques) et s'attachent à développer une communication en direction de toutes ces communautés (Chenorkian, 2014). Dans l'OHM du Haut-Videssos, une quinzaine d'équipes, aux problématiques très variées, suivent les évolutions passées, actuelles, et construisent des projections pour celles du futur de ce territoire de montagne. Celui-ci, soumis de longue date à de profondes mutations (notamment le déclin de l'économie agro-sylvo-pastorale et l'exode rural), a été récemment affecté (en 2003) par la fermeture d'une unité de production d'aluminium (Galop, 2009, 2013). L'effet de ces mutations sur les milieux, les paysages et les territoires est au cœur du travail. Sont ainsi étudiées, entre autres, les contaminations des polluants atmosphériques

5 <<http://www.ohm-inee.cnrs.fr/spip.php?rubrique2>> (consulté le 29 avril 2015).

sur le milieu, la dynamique de l'évolution du manteau neigeux dans un contexte de changement climatique, l'évolution de la biodiversité forestière dans une dynamique pastorale et climatique hésitante.

L'objectif de « vulgarisation » des OHM est constitutif de la construction de ce projet de recherche et elle est vivement encouragée par le CNRS. L'acte de vulgariser un contenu de recherche va bien au-delà d'une nécessité de simple diffusion des connaissances et des savoirs, il suppose aussi d'engager une réelle réflexion de nature didactique sur sa transposition. Pourtant, d'un point de vue quantitatif, encore peu de chercheurs sortent des laboratoires pour aller vers un public néophyte. Dans une étude menée sur les chercheurs du CNRS, Jensen et Croissant (2007) montrent qu'un chercheur sur deux n'a jamais vulgarisé ses travaux de recherche ; deux sur trois ne l'ont fait qu'une seule fois en trois ans et seulement 3 % des chercheurs le font souvent (plus de 4 fois par an) accomplissant ainsi 30 % des actions de vulgarisation de leur travail de recherche.

D'un point de vue plus qualitatif, que recouvre le terme « vulgariser » ? Est-ce simplement diffuser des savoirs vers un public qualifié d'ignorant, ou bien mettre véritablement en culture les sciences (Levy-Leblond, 1981), ou bien encore, produire une véritable interprétation des savoirs construits (Raichvarg, 2010) ? Jurdant (1973) étend le champ de la vulgarisation jusqu'à la compréhension des aspects sociaux et épistémologiques des sciences et cite les propos du physicien Michel Crozon : « Je vulgarise pour mieux comprendre ce que je fais » (Jurdant, 2007, p. 6).

1.3. L'équipe Éducation au développement durable de l'OHM

L'équipe Éducation au développement durable (ÉDD) de l'OHM Pyrénées Haut-Videssos s'intéresse à la question des temporalités et notamment à la prise en compte du futur dans un territoire par les élèves. Cette équipe assure aussi dans le cadre de l'OHM un rôle d'interface entre les équipes de chercheurs et les établissements scolaires, afin que des rencontres soient possibles aussi bien d'un point de vue didactique que technique. Cela se traduit par la préparation en amont avec les chercheurs et avec les enseignants, en aidant la conception de séances.

Les recherches successives réalisées sur ces bases au sein de l'OHM Pyrénées-Haut-Videssos ont permis de proposer une trame (Vergnolle Mainar *et al.*, 2013 ; Julien *et al.*, 2014, Vergnolle Mainar *et al.*, sous presse) pour engager des actions d'éducation au développement durable permettant aux enfants de se projeter dans le futur de leur territoire. Cette démarche repose sur le principe que pour penser le(s) futur(s) d'un territoire, il faut d'abord avoir acquis des compétences à concevoir le temps dans sa complexité, à dépasser la seule reconstitution de l'histoire des évolutions du territoire et comprendre les choix de gestion dans le passé et les bifurcations que ceux-ci ont induites.

Nous concevons notre démarche d'éducation au développement durable non pas comme un formatage des comportements ou des opinions mais comme un outil pour développer une réflexion critique au service de la construction d'une

intelligence citoyenne (Girault & Sauvé, 2008). Dans cette perspective, l'incertitude, qui est indissociable d'une projection vers le futur, est prise en compte pour construire la réflexion par la confrontation de données et d'arguments de sources et de nature diverses, pour forger une opinion raisonnée (Lange & Victor, 2006 ; Lange, Trouvé & Victor, 2007). Le terme « raisonnée » suppose la construction d'une opinion personnelle à partir de données scientifiques ou d'arguments d'acteurs par une démarche intellectuelle favorisant la confrontation et la réflexion critique. Nous nous attacherons surtout à ce qui arrime l'opinion aux savoirs véhiculés par les disciplines (dans cette étude, les disciplines scientifiques), celles-ci contribuant donc à son étayage. Dans ce travail, c'est moins la dimension critique au sujet de l'éducation scientifique qui est traitée, que le nécessaire travail sur l'assise scientifique de certains concepts comme composante de l'éducation au développement durable. Les représentations sociales au sujet du développement durable d'élèves de collège sont peu influencées par les disciplines scolaires, et leur évolution au cours de leur scolarité révèle de faibles modifications (Berríos, Barthes & Champollion, 2014). Ces représentations s'ancrent majoritairement sur des éléments provenant du contexte social comme les normes, les valeurs, les pratiques sociales et les enseignements disciplinaires y occupent une place marginale. Une seconde dimension au regard de l'éducation au développement durable est sa nécessaire approche systémique et complexe (MEN, 2007, 2011, 2015). Pellaud (2000) constate que le manque de vision systémique qui découle de l'approche fragmentaire est l'obstacle principal que nous pouvons observer au niveau des modes de raisonnement au sujet du développement durable. Ainsi, l'objectif des activités menées avec les chercheurs de l'OHM est de faire connaître et faire comprendre aux élèves les arguments des scientifiques en s'appuyant sur les modalités de travail des chercheurs, d'apprécier leur capacité à les remobiliser, et de s'inscrire dans une approche systémique.

2. Cadres théoriques et questions

En domaine scolaire, le savoir est généralement prescrit dans les programmes disciplinaires ou les circulaires (par exemple les circulaires d'éducation au développement durable). Le savoir proposé, et ainsi promu, possède une histoire, même si celle-ci n'est pas directement lisible. Ce contenu de savoir désigné comme savoir à enseigner résulte d'« un ensemble de transformations adaptatives qui [le rend] apte à prendre place parmi les objets d'enseignement », désigné par le concept de transposition didactique (Chevallard, 1985, p. 39). Ce « travail » permet le passage, d'un savoir scientifique à un savoir à enseigner, puis à un savoir enseigné. Dans le projet étudié, l'attention est portée sur la caractérisation et la qualification de ce *travail* opérant sur les savoirs produits par les chercheurs de l'OHM. S'agissant d'une mobilisation de savoirs à la fois dans une perspective d'enseignement des sciences et d'éducation au développement durable, les ressorts habituellement utilisés pour étudier la transposition des savoirs doivent être nuancés car en ÉDD les savoirs ne sont pas

prescrits mais sont des leviers librement choisis par l'enseignant pour atteindre des compétences. Les concepts de transposition didactique externe (passage du savoir savant aux savoirs à enseigner) et interne (transformation des savoirs à enseigner en savoirs réellement enseignés) peuvent être remobilisés en tant qu'ils permettent de désigner des périmètres pour les actions des différents acteurs. Ainsi le terme externe, signalera clairement que les opérations en cours ne sont pas réalisées par les personnes directement en charge de l'enseignement, c'est une noosphère (dans le projet : les chercheurs). En revanche le second versant, la transposition interne, leur confère par ricochet, une responsabilité pleine et entière de ce savoir enseigné. Néanmoins, dans la situation étudiée, ces frontières sont un peu transgressées dans la mesure où un travail collaboratif est mené afin que justement les savoirs des chercheurs mobilisés en classe le soient en concertation avec l'enseignant en charge de celle-ci.

L'ensemble des processus d'affinage et de calibrage des savoirs lors de la transposition didactique, induit une dépersonnalisation de ceux-ci. Les propositions d'enseignements (programme scolaire) peuvent apparaître au regard de leurs productions d'origine comme dé-historisées (la dimension historique de la production des connaissances est peu présente), décontextualisées (les situations didactiques sont souvent éloignées des situations élaborées par les scientifiques) ou désocialisées (les activités didactiques ont peu de lien avec les pratiques sociales des chercheurs ou des ingénieurs). Caillot (1993) propose que les dimensions historiques et épistémologiques soient davantage intégrées dans les savoirs scolaires pour mieux situer ceux-ci par rapport au contexte de production scientifique des savoirs de référence et aux pratiques sociales de référence de la communauté scientifique correspondante. Ceci n'est que trop rarement le cas dans la conception des programmes scolaires. Mais dans le travail mené en Vicdessos, c'est au contraire une incarnation du savoir qui a été travaillée ; une incarnation par une personne présente dans la salle de classe et au-delà par le métier (outils, langage, gestes et objets) que le chercheur pratique.

Pour cette raison, nous mobilisons aussi le concept de « pratique sociale de référence ». Il met l'accent non seulement sur les savoirs en jeu, mais aussi sur les objets, les instruments, les problèmes et les tâches, les contextes et les rôles sociaux (Martinand, 2001) qui sont présents dans certaines formes de savoirs ou qui représentent des savoirs eux-mêmes. Ainsi ces pratiques de référence font appel à des milieux très variés : recherche scientifique, ingénierie, productions industrielle et artisanale, activités domestiques, culturelles, pratiques agricoles. Dans notre cas, la découverte du travail du chercheur constitue pleinement une pratique sociale de référence et fait partie intégrante du projet. Il ne s'agit pas seulement d'instruire des questions concernant le futur de ce territoire (savoirs formels), mais aussi de découvrir les lieux des investigations (le « cœur » du torrent, le Vicdessos, « l'altitude 1800 » sur l'estive de Bassiès), des objets-instruments (sonde de température, sonde pour mesurer la hauteur de neige, etc.) et des techniques de mesures (calcul de débit d'un torrent), des installations (station nivale d'altitude), cet ensemble constituant des

pratiques sociales du milieu de la recherche, qu'il faut prendre le temps de connaître et de questionner.

Sur ces bases, notre questionnement concerne les modalités de collaboration entre deux communautés, scientifique et d'enseignement, les relations mises en place, les contenus transmis et les réalités de ce partage. La diffusion des savoirs entre ces communautés nécessite que les connaissances se partagent, se transforment, et se développent. Cette « chaîne de traduction » (Latour, 1988 ; Frandji & Vitale, 2008) interroge les représentations des acteurs en présence, questionne les finalités des actions et des dispositifs partenariaux, tels qu'ils sont affichés, argumentés ou explicités et tels qu'ils se réalisent (Pommier, Foucaud-Scheunemann & Morel-Deville, 2010).

Trois niveaux différents de collaboration peuvent être rapprochés de ceux caractérisés par Mérini (1994) sous le vocable ROC (Réseaux d'Ouverture et de Collaboration) :

- le ROC de type « regard » concerne l'apport ponctuel d'un complément d'information : venue dans l'établissement ou rencontre à l'extérieur de l'école d'intervenants scientifiques, participation à des événements de cultures scientifiques (fête de la science, musées) ;

- le ROC de type « action » s'inscrit principalement dans les dispositifs institutionnels du système éducatif auxquels des chercheurs participent (ateliers scientifiques, classes de terrain, Itinéraires de découvertes [IDD], Travaux personnels encadrés [TPE]) ;

- Le ROC de type « synergie » s'inscrit sur un temps plus long. Articulé autour de pratiques collaboratives, synergiques ou de construction, il concerne la production de ressources documentaires et pédagogiques, la formation continue des enseignants, par exemple l'initiation à la démarche et aux débats scientifiques.

Cette typologie permet de situer notre travail, présenté dans la partie suivante.

À propos du savoir produit dans le cadre de l'OHM, par les diverses équipes de chercheurs, nous nous situons bien dans la partie des savoirs savants ou académiques. Alors qu'en est-il du dispositif de transposition ? Qui transpose : le chercheur, le médiateur, l'enseignant ? De quelle collaboration s'agit-il ? Comment s'opère-t-elle : par réduction, par transformation, par vulgarisation, par traduction, par sélection, par négociation ?

3. Déroulé du dispositif étudié et matériaux analysés

Le projet interdisciplinaire s'est déroulé sur une partie de l'année scolaire (de février 2013 à juin 2013), à raison d'une fréquence hebdomadaire, le lundi en début d'après-midi, de 14 h à 16 h. Il a réuni 33 élèves répartis sur deux groupes rassemblant chacun une moitié de l'effectif de la classe du niveau CM2 de l'école primaire et une moitié de l'effectif de la classe de sixième du collège. La séparation de l'école primaire et du collège par une simple barrière de bois, avec un portail en son milieu a facilité ces échanges.

3.1. Présentation du projet

Le choix de la thématique générale d'étude de l'année, « l'eau dans la vallée du Haut-Videssos », a été fait par l'équipe d'enseignants. Ce choix leur permettait de faire intervenir toutes les disciplines concernées (sciences de la vie et de la Terre, technologie et sciences en CM2) et de pouvoir y inscrire des modalités pédagogiques variées (démarche d'investigation, construction d'objet technologique, etc.).

Des réunions régulières entre les enseignants et les chercheurs de l'équipe ÉDD de l'OHM ont permis dans un premier temps de présenter l'OHM, puis de construire le projet, et enfin de co-construire et d'organiser les déroulés des séances. Ces réunions se sont tenues au rythme d'environ une par mois. Parallèlement, en fonction des thèmes scientifiques retenus, un travail de préparation a aussi été mené avec les chercheurs des différentes équipes de l'OHM sollicitées. Ce travail conjoint de préparation a débouché sur la mise en place d'activités, avec les élèves, auxquelles les chercheurs en ÉDD de l'OHM ont participé. Ces temps de travail en classe correspondent donc à une démarche de recherche dans laquelle le chercheur est impliqué, ce qui est pleinement assumé.

Sur les quinze projets existants de l'OHM, trois portaient sur la thématique de l'eau. Les chercheurs responsables de ces projets ont alors été contactés par l'équipe ÉDD de l'OHM et, après présentation du projet, ont accepté d'y participer. Le tableau 1 décrit la problématique de ces trois projets de recherche au sein de l'OHM.

Nom du projet OHM	Problématique	Chercheurs et laboratoire de rattachement
<i>ENVIC2 : Suivi et modélisation de l'enneigement dans le Haut-Videssos</i>	L'objectif général du projet ENVIC2 est de caractériser la réponse du manteau neigeux aux changements du climat et du paysage dans le Haut-Videssos. Ce projet s'inscrit dans la continuité du projet ENVIC et vise à poursuivre l'étude de la ressource nivale dans le Haut-Videssos. (Gascoin, 2014)	Simon GASCOIN Centre d'étude spatiale de la biosphère (CESBIO) - UMR 5126 - CNRS - univ. Toulouse 3 - CNES – IRD*
<i>EVIDAMENT : Exploitation Hydroélectrique en Videssos : implications directes et indirectes du changement global sur l'écosystème aquatique</i>	Les taux de décomposition des litières végétales (processus fonctionnel majeur de l'écosystème) et les paramètres biologiques associés (abondance, diversité et activité des décomposeurs) seront comparés en amont et en aval de centrales hydroélectriques. Par la référence à d'autres sites pyrénéens, il sera possible de discriminer les effets séparés et combinés des deux facteurs du changement global (fluctuations de débit et de température) et de quantifier le degré d'altération de l'écosystème. (Chauvet, 2014)	Éric CHAUVET et Sylvain LAMOTHE Laboratoire d'écologie fonctionnelle et environnement (ECOLAB) – UMR – CNRS – univ. Toulouse 3 – INP**

<i>MODHYCIV : Mesure et Observation des Dynamiques HYdroClimatiques</i>	Programmé sur 4 ans (2010-2013), il vise globalement à faire le point sur l'évolution de la ressource en eau et les modalités du cycle de l'eau dans le bassin du haut-Vicdessos à l'amont de Vicdessos.	Jean- Marc ANTOINE Laboratoire géographie de l'environnement (GEODE) UMR 5602 - CNRS - univ. Toulouse 2***
---	--	---

Tableau 1 : les projets de recherche retenus en relation avec la thématique

D'après le site internet OHM Vicdessos : <http://w3.ohmpyr.univ-tlse2.fr/programme2013_15.php>

* <http://www.cesbio.ups-tlse.fr/>

** <http://www.ecolab.omp.eu/presentation>

*** <http://w3.geode.univ-tlse2.fr/>

Pour chaque étape du projet de recherche, une rencontre entre l'équipe ÉDD et les chercheurs impliqués est organisée en amont de l'intervention en classe, afin de réfléchir et de co-construire le contenu de celle-ci. Cette préparation sous la forme d'une discussion permet de concevoir la transposition des savoirs portés par les chercheurs en tenant compte des éléments liés à la classe : spécificités du public, degrés de difficulté probable des élèves. Cette réflexion permet de définir les outils et instruments à présenter ainsi que les terrains d'étude à retenir. Elle permet également d'identifier les points d'appui pour le déroulé des activités (explications, supports de présentation, formes des résultats).

D'un point de vue chronologique, six moments se sont succédés au cours du projet (tableau 2). En amont de ce projet commun, les enseignants ont organisé une visite de barrage et accompagné la construction d'une maquette de turbine par les élèves. Lors de ces différents moments les notions et les pratiques associées ont été abordées et mises en perspective : le cycle de l'eau, les débits des torrents et leurs variations saisonnières, l'étude du climat dans la montagne et dans la vallée, la biodiversité liée au milieu aquatique, les effets de la neige sur la ressource en eau.

Moments M du projet	Contenu abordé et meneurs de séance	Ressources utilisées <i>En italique matériel de recherche</i>	Données des chercheurs mobilisées
M1	Cycle de l'eau – sciences Équipe enseignante	Ressources documentaires	
M2	Ressource en eau – neige – Simon Gascoïn	<i>Diaporama Station météo nivale Sonde-mètres, pelles, appareil photographique automatisé</i>	Graphique d'évolution du manteau neigeux (annexe 1) photographies satellitaires, projections de neige en 2040 à 1800 m. d'altitude

M3	Etude microfaune de la litière Éric Chauvet et Sylvain Lamothe	<i>Sacs à litière, boîtes loupes, loupes binoculaires, épuisettes, photographies, bottes...</i>	Identification microfaune, mesure de fréquence de présence/quantité de matière organique
M4	Dynamiques hydro-climatiques Jean-Marc Antoine	<i>Diaporama Station météo, sonde température, Photo-comparaison de paysage.</i>	Relevés de température et de précipitations Graphique d'évolution du débit des torrents
M5	Synthèse des notions et des enjeux abordés avec les chercheurs Équipe enseignante Équipe ÉDD – OHM	Schéma paysage bilan Renseigner 40 champs de données situés sur le paysage (annexes 2 et 3)	
M6	Quels scénarii possibles en fonction des effets climatiques possibles? Équipe enseignante Équipe ÉDD	Réaliser un choix parmi 5 scénarii Impact de ce scénario sur le paysage et choix d'aménagement (jeux d'étiquettes et fond de paysage, voir annexes 4)	

Tableau 2 : les différents moments du projet vécu par les élèves
Les moments des interventions des chercheurs OHM sont indiqués en grisé.

3.2. Méthodologie et matériaux récoltés et analysés

De l'ensemble des données collectées, nous retenons pour cette étude celles concernant les productions finales des élèves (M5 et M6). En effet, elles permettent de voir, au-delà des interactions chercheurs/élèves/enseignants qui ont pu avoir lieu au cours du projet, ce qu'individuellement chaque élève retient et peut mobiliser dans la construction de sa réflexion personnelle sur le futur du territoire. Ces travaux terminaux ont été réalisés 14 jours après la fin de la dernière intervention de chercheur (M4) et environ 15 semaines après la première intervention (M2).

Pour les deux productions écrites demandées aux élèves, 23 sur 33 ont été rendues pour la première (M5) et 30 sur 33 pour la seconde (M6). Celles-ci ont été analysées sous deux angles complémentaires. D'une part a été recherchée la capacité des élèves à mettre en relation les savoirs présentés, les lieux de production de ces savoirs et les chercheurs qui les leur ont présentés. D'autre part a été étudiée l'aptitude à combiner les savoirs et raisonnements travaillés avec les chercheurs et à les remobiliser dans d'autres contextes, en l'occurrence des scénarii concernant le futur. La combinaison de ces deux entrées vise donc à apprécier dans quelle mesure la transposition de savoirs en construction et très personnalisée, telle qu'elle a été menée, a réellement conduit à construire des compétences pour concevoir les changements à venir dans leur complexité.

Le bilan des notions « chercheurs » (de M2 à M4) est traité par un fond de paysage comportant 5 zones à renseigner (annexe 2) : une station de ski et une rivière (en amont d'un barrage) situées à 2000 m d'altitude, un village et la rivière (aval du barrage) au niveau du village et au niveau d'une forêt, l'ensemble situé à 800 m d'altitude. Pour les zones station de ski et village, il s'agissait de renseigner la température, les précipitations, le manteau neigeux et le débit de la rivière située à ces niveaux et ceci pour les quatre saisons. Pour la zone rivière au niveau de la forêt, il s'agissait de renseigner la quantité de litière présente et sa vitesse de décomposition, également pour les quatre saisons. Lors de la réalisation de cette tâche, le premier quart d'heure a été consacré au survol rapide des interventions des différents chercheurs et à la codification des réponses (usage de symboles communs pour indiquer les quantités à chaque saison selon que c'est une température, une précipitation, ou de la neige). Les élèves ont rempli leur feuille tranquillement, certains ont fini en 20 minutes d'autres en 40.

Ce document est analysé en repérant 2 types d'informations différentes :

- la localisation des interventions/études des chercheurs dans le paysage ;
- le degré de cohérence au sein et entre les différentes zones, notamment entre le secteur « station de ski » et le secteur « village » concernant le cycle météorologique et sa relation avec le débit de la rivière.

Nous avons cherché à repérer plusieurs types de cohérence. Une cohérence rassemble plusieurs informations qui, combinées, montrent le degré de compréhension du phénomène en présence. Dans le cas des informations météorologiques, elles apparaissent sous la forme d'un cycle saisonnier (séquence), où quatre données sont renseignées en parallèle : la température, les qualités et quantités des précipitations et la hauteur du manteau neigeux (pour la « station de ski »). L'analyse du tableau de la figure 1 signale si les séquences des données sont cohérentes avec les apports des chercheurs et les discussions associées. Nous avons codé les réponses des élèves en définissant trois niveaux de cohérence, en fonction du nombre d'informations correctes placées par les élèves. Le « degré 3 » indique que pour les quatre paramètres étudiés (températures, qualité et quantités de précipitations et hauteur du manteau neigeux), placée sur trois lignes, la séquence saisonnière est cohérente. Le « degré 2 » indique que deux lignes sur les trois sont cohérentes, le « degré 1 » qu'une seule ligne sur les trois est cohérente.

Pour ce qui est du « débit » de la rivière, une seule ligne du tableau était à renseigner. Nous avons donc codé de la façon suivante : une séquence correcte (une ligne de tableau) correspond à un cycle cohérent et une séquence non correcte équivaut à un cycle non cohérent (annexe 3).

La dernière séance a permis de finaliser le travail de la projection sur le futur avec trois traces différentes produites par les élèves, en trois temps et à partir des questions/consignes suivantes :

- Pour vous le changement climatique, c'est quoi et c'est pour quand ?
- Voici 5 scénarii pour l'année 2043, choisissez celui qui vous paraît le plus probable.

	HIVER	PRINTEMPS	ETE	AUTOMNE
θ°	-	+	++	+
P. Manteau neigeuse	++ DP	- DP	- DP	+ DP
	++	+	-	+

Figure 1 : exemple d'un tableau du cycle « météo » de la zone station de ski

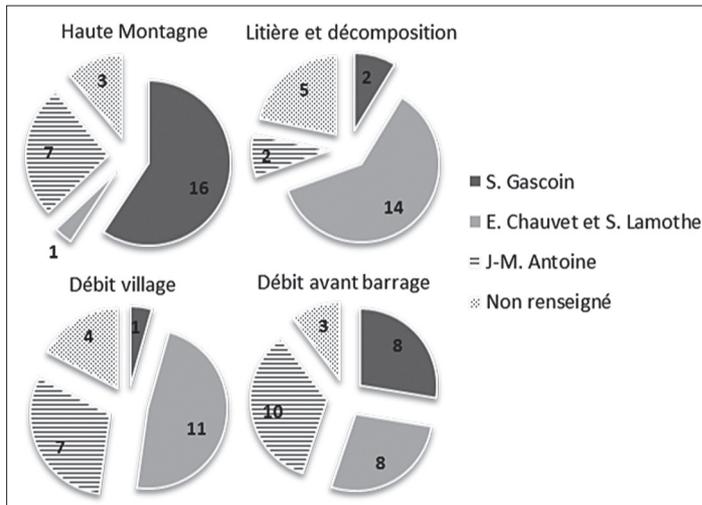


Figure 2 : localisation des chercheurs (et de leurs apports) dans les sites du paysage. Bilan chercheur M5

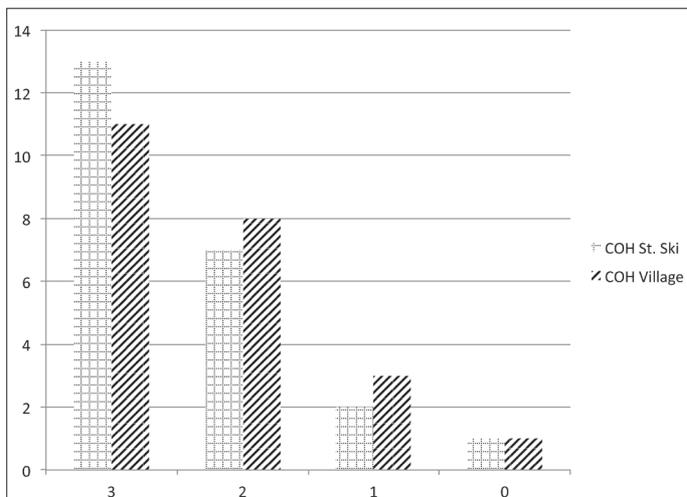


Figure 3 : degré de cohérence des cycles météorologiques au niveau de la station de ski et du village. Bilan chercheur M5

- Projection des conséquences du scénario le plus probable (établi collectivement après réponse individuelle) sur 5 lieux du paysage (haute montagne, forêt, rivière, village, prairies de fond de vallée) en proposant une étiquette graphique (annexes 4).
- Explication si nécessaire au dos de la feuille.

Pour cette dernière trace, nous avons catégorisé 3 types de scénario pour l'ensemble du paysage et par élève : scénario « rien ne change » (3 étiquettes « rien ne change » sur les 5), scénario catastrophiste (3 propositions catastrophistes telles qu'un village inondé ou abandonné, une rivière en crue, sur les 5) et scénario « autre » ne correspondant pas aux deux précédents.

4. Résultats

4.1. Le bilan des activités chercheurs : M5

Sur les 23 élèves ayant participé, un a rendu une feuille vierge et un autre a rendu une feuille totalement incohérente. Tous les autres élèves ont renseigné 90 % des champs ou plus (feuille d'une élève en annexe 3).

Dans les productions collectées, nous avons focalisé notre attention sur trois aspects que nous estimons significatifs de l'appropriation par les élèves du travail mené avec les chercheurs : la localisation dans le paysage des interventions des chercheurs (figure 2), les degrés de cohérence des réponses des élèves d'une part sur les cycles météorologiques (figure 3) et d'autre part sur le débit de la rivière (tableau 3).

La première donnée à repérer est la localisation des interventions des chercheurs dans le paysage, étant donné qu'une problématique de chercheur peut se situer sur plusieurs sites. La figure 2 montre que les élèves resituent correctement les chercheurs. Une proportion plus importante, de « Non renseigné » (NR) est à noter pour « litière et décomposition » et « débit village » ce qui s'explique par l'absence d'une partie des élèves au moment de l'intervention sur cette thématique, assurée par Éric Chauvet et Sylvain Lamothe.

Pour les zones « station de ski » et « village », le traitement des données (figure 3) montre un fort degré de cohérence (degré 2 et 3). Les séquences météorologiques sont comprises et correctement interprétées par les élèves, au regard du grand nombre de données à agencer dans ces nombreux tableaux.

	Cycle cohérent	Cycle non cohérent	Non renseigné	% cohérence
Débit haute montagne	15	6	2	65
Débit village	16	4	3	69

Tableau 3 : cohérence du cycle pour le « débit » de la rivière au niveau de la haute montagne et au niveau du village

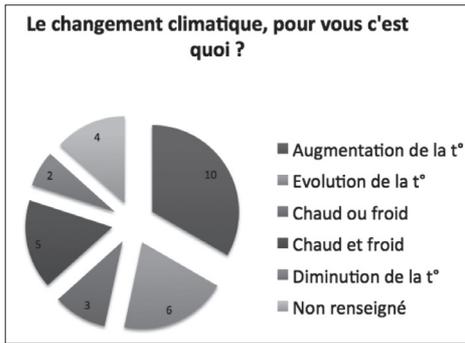


Figure 4a : catégorisation des réponses des élèves sur le changement climatique (1)

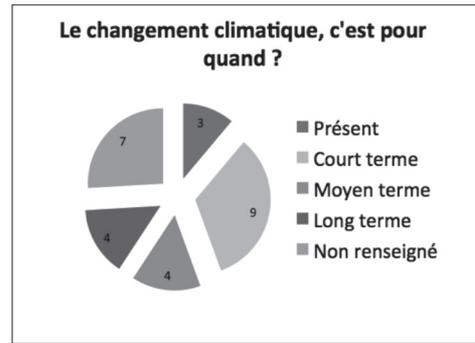


Figure 4b : catégorisation des réponses des élèves sur le changement climatique (2)

Un cycle saisonnier cohérent est un cycle qui tient compte de l'effet neige (stockage de l'eau solide jusqu'à sa fonte) et provoque un pic de débit dans les torrents en fin de printemps et non au moment des précipitations qui ont lieu l'hiver. Ce décalage temporel de la disponibilité en eau, de son impact sur le débit des torrents et des rivières, les effets « tampons » de l'altitude, sont compris par près de 70 % des élèves (tableau 4, page suivante). Ce résultat est encourageant, et montre que des données nombreuses, une complexité relativement élevée, ne sont pas un obstacle pour que les élèves produisent du sens.

4.2. La projection vers le futur à partir d'un travail sur des scénarii : M6

Les représentations du futur ont été travaillées à partir de l'évolution du climat et de ces effets sur le paysage. En début de séance, un écrit court (une phrase pour définir le changement climatique) à partir duquel un classement simple des réponses a donné les résultats suivants : focalisation sur la température, avec une évolution de celle-ci à court terme (figure 4a et 4b).

Concernant la correspondance du changement climatique, le facteur température apparaît comme central, mais plus d'un tiers des élèves paraît hésitant sur son évolution (chaud ou froid, chaud et froid, baisse de température, termes explicités au préalable). La majeure partie des réponses propose une évolution positive de ces températures. Le temps consacré et les modalités de récolte des données pour cette partie de l'étude ne permettent pas de produire une interprétation plus approfondie. Par exemple quelle est la signification réelle des hésitations des élèves. Est-ce une incompréhension ? Ou plutôt la formulation du caractère incertain ou complémentaire de cette évolution ? (un climat futur contrasté : plus chaud en été et plus froid en hiver, par exemple). Nous pouvons produire un raisonnement similaire pour la seconde partie de la question sur son effet dans le temps.

Dans la seconde partie de la séance, les élèves ont ordonné cinq scénarii proposés, du plus probable au moins probable. Le tableau 4 montre les résultats pour les scénarii les plus et les moins probables parmi les positionnements des élèves.

Scénarii du futur	Scénario le plus probable	Scénario le moins probable
Scénario a : En 2043, il fait 5 °C de plus en moyenne sur l'année, en hiver des tempêtes de neige surviennent jusqu'en plaine. Le débit de la rivière au printemps est très important.	7	3
Scénario b : En 2043, nous sommes dans les mêmes conditions de température et de précipitation qu'aujourd'hui : nous pouvons toujours skier en hiver et pêcher en été.	6	4
scénario c : En 2043, il fait 3 degrés de moins en moyenne sur l'année. Cela se traduit par un hiver plus froid avec beaucoup de neige et un printemps et un été plus secs.	2	3
scénario d : En 2043, il fait 2 °C de plus en moyenne sur l'année, les précipitations sont plus importantes au printemps et en automne dans la vallée. En été, la sécheresse est très forte.	8	0
scénario e : En 2043, il fait 5 °C de moins. Le manteau neigeux est abondant l'hiver et reste même en été en altitude. Dans le village, les déplacements sont difficiles à cause de la neige et les gens restent davantage chez eux.	0	14

Tableau 4 : résultat de l'ordonnement des différents scénarii

Ce type de proposition assez nouvelle pour les élèves, car correspondant à des niveaux de formulations très proches adossées au champ des probabilités, représente un prolongement des discussions engagées à deux reprises avec les chercheurs (séance sur l'évolution hydro-climatique [M4] et séance sur l'évolution du manteau neigeux [M2]) aux cours desquelles la notion d'incertitude des phénomènes étudiés a été explicitement abordée.

Les élèves ont bien repéré en matière de scénarii, les variantes et les éléments pivots pour pouvoir se positionner, à savoir l'augmentation moyenne de température. Il faut noter que les scénarii a et d mélangent une adaptation des données du GIEC et les modélisations locales réalisées et proposées par Simon Gascoin. Ces dernières sont également réalisées à partir de données du GIEC auxquelles ont été ajoutées des données climatiques et de couvertures forestières spécifiques. Le périmètre de la modélisation (échelle locale) est lui aussi implémenté et adapté.

In fine, le scénario le moins probable est très bien identifié (scénario e) alors que le plus probable est plus difficile à repérer. La partie effet du scénario le plus probable sur le paysage (évolution du paysage, voir annexes 4) a fait l'objet d'une grande diversité de réponses. Les faits les plus marquants sont d'une part le nombre de scénarii « catastrophistes » correspondant à 1/3 des réponses proposées par les élèves et d'autre part environ 1/3 de scénarii pour lesquels « rien ne change ».

Ces résultats doivent cependant être nuancés par la prise en compte du déroulement effectif de ce travail pour les élèves : le temps réduit consacré à cette activité les a mis sous contrainte, et la modalité de réalisation (choisir une possibilité parmi 5 propositions pour chaque site de paysage) s'est révélée difficile pour les élèves.

4.3. Discussion et contextualisation des résultats

4.3.1. Approche d'un système avec des chercheurs – relier des éléments épars

En complément des résultats ci-dessus, il est important de mentionner des éléments qualitatifs et notamment la relation singulière observée au cours de séances entre les élèves et les chercheurs. Au cours de chaque séance avec les chercheurs, les instruments et les objets utilisés pour leur recherche (pelle à neige, station météo, etc.) sont montrés physiquement, ils passent de main en main et font le tour de la classe. Ce moment qui paraît anodin revêt un caractère important pour les élèves : prendre l'objet en main, le soupeser, l'observer sous l'angle désiré et le manipuler doucement, autant d'opérations marquées par une forte et étonnante attention des élèves. La proximité a permis de créer une sorte de conversation entre l'objet et l'élève. Parfois certains objets seront utilisés, comme lors des mesures du niveau de neige (M2), cette mise en situation se rapprochant des travaux pratiques (TP) du collègue, du lycée, ou d'une portion de démarche d'investigation.

Simultanément à cela, des données (graphiques, courbes, etc.) sont proposées et travaillées. Nous avons constaté, dans les discussions entre élèves et chercheurs, la difficulté de lecture des graphiques et de compréhension du lien entre le graphique et l'objet d'étude. Pour les élèves la représentation graphique peut apparaître comme décrochée de l'objet d'étude. Ce constat de la difficulté de lien entre la représentation graphique et le modèle théorique est également pointé par Marzin-Janvier (2013). Cela peut s'expliquer par le fait que les liens sous-jacents entre problématique, modélisation et construction des savoirs, ne sont ordinairement en domaine scolaire que peu abordés sous l'angle graphique-données. Si l'on souhaite faire réfléchir les élèves sur les notions de données et de résultats, une formation à la modélisation semblerait utile à intégrer (Marzin-Janvier, 2013). L'usage des cartouches graphiques temporelles relève de cette dimension. Leur localisation et leur insertion au sein d'un profil de montagne engagent une approche systémique du paysage. Les forts degrés de cohérence des réponses des élèves entre 2 zones distinctes mais interdépendantes du système paysage (figure 3) montrent que la démarche est bénéfique. Une des difficultés importantes de l'éducation au développement durable est de construire et d'intégrer cette approche multiscale aussi bien temporelle que spatiale. L'étude du débit de la rivière selon les saisons (tableau 3) est une façon de construire le multiscale, et dans ce cas le degré de cohérence élevé des réponses (près de 70 % de propositions correctes) nous permet de dire que le travail est bien engagé par les élèves. La présentation des données par les chercheurs a été discutée et mise en relation les unes avec les autres. Cette phase permet de relier des

éléments éloignés pour les élèves et de mettre en relation la question de la recherche de Simon Gascoin (pourquoi mesurer le manteau neigeux?) avec celle de Jean-Marc Antoine (comment va évoluer la ressource en eau, avec l'évolution du climat?). La démarche s'articulant autour des questions, et leur mise en relation, participent d'une initiation à la problématisation. Celle-ci place le problème et son travail (problématisation) au départ de tout apprentissage (Orange, 1997). Pour cet auteur, d'une façon ou d'une autre, l'apprentissage des sciences biologiques a quelque chose à voir avec le problème et doit conduire à l'acquisition de certaines compétences. Les élèves de notre expérimentation ont bien été immergés dans cette perspective, avec des temps successifs de problématisation ou de re-problématisation, notamment lorsqu'à partir de l'étude des dynamiques d'évolution, ils ont été placés en situation de se projeter sur des effets dans le futur.

Cette importance donnée à la problématisation, tant pour approcher le travail des chercheurs que pour mettre l'élève en situation de construire son opinion, contribue à mettre en relief et à faire prendre conscience que le concept de pratique sociale de référence (Martinand, 1989) est un outil de distanciation didactique pertinent dans notre contexte. La mobilisation de ce concept se concrétise dans notre étude par la rencontre, au sens plein du terme, de chercheurs (des personnes, leur « langue », leurs questions, leurs instruments, leurs lieux d'étude, etc.). Nous avons conçu le dispositif sur un canevas similaire pour chaque chercheur (rencontre physique, lieux de travail, instruments, question et résultats) partant de l'hypothèse que c'est un cadre propice à la perception par les élèves d'une pratique sociale de référence, et donc un facteur d'efficience du travail réalisé.

4.3.2. Des contenus didactiques à situer et le type de transposition à qualifier

Des cheminements conceptuels ont pu être observés. Le cycle de l'eau, partiellement ou complètement, a été remobilisé à de très nombreuses reprises ainsi que des focus sur une partie du cycle (M4 : évaporation, nuages, rivières, nappes phréatiques). La nécessité d'aborder ce concept provient d'une double injonction. Une prescription par les instructions officielles, donc issue d'une transposition externe (Chevallard, 1985) et une nécessité provenant de la problématique étudiée (connaître quelques segments du cycle pour mieux comprendre la contribution du compartiment eau solide sous forme de neige à l'alimentation des débits des torrents, par exemple). Au démarrage du projet, l'équipe ÉDD programmant son déroulé pédagogique avait envisagé et anticipé un certain nombre de notions à travailler, et donc effectué également une transposition dite interne afin d'adapter contenus et modalités aux élèves. Mais ce qui n'a pas été immédiatement perçu, c'est une nouvelle forme de transposition initiée ou provoquée par la présence des chercheurs et leurs corpus (problèmes et données). Pour la qualifier, nous devons effectuer un court détour par la sociologie des sciences et la culture scientifique. Les sciences sont cultures (Levy-Leblond, 1981), donc un fait scientifique possède une double dimension, à

la fois épistémologique (Bachelard, 1938/1993) et sociale (le scientifique est inséré dans une époque et dans un groupe). En poursuivant l'exploration de la dimension sociologique d'un fait scientifique, il est assez facile de constater que celui-ci est en association avec d'autres éléments sociaux. Les instruments (donc leurs concepteurs, ingénieurs ou autres), les financeurs des programmes d'étude, les politiques, la sphère économique (si intéressée par l'objet d'étude : dans notre cas, le secteur du tourisme est directement intéressé par les informations concernant la quantité de neige en 2030 à 1 800 m d'altitude dans les Pyrénées). La production d'un résultat scientifique est donc insérée dans un réseau (Latour, 2005). Celui-ci est constitué par de multiples chaînes de relations avec des nœuds et des liens. S'agissant d'un travail en classe à partir d'un résultat scientifique, la notion de réseau peut aussi être mobilisée. Nous pouvons constater à partir de l'expérimentation conduite que la dichotomie souvent proposée entre les deux temps de la transposition didactique, externe et interne ne rend pas compte de la réalité. Le chercheur et les savoirs de référence qu'ils portent ont été présents dans la classe et leur forme de transposition a été négociée en relation directe avec le contexte de classe. La transposition didactique qualifiée d'externe est alors aussi interne. Cette forme de transposition originale est productrice de savoirs pour les élèves. Comme, à l'instar du savoir scientifique qu'aborde Latour, elle mobilise plusieurs acteurs en étroite interaction, nous proposons de la qualifier de transposition en réseau.

4 .3.3. Une ingénierie de collaboration construite autour d'une transposition en réseau

Quel que soit le périmètre de l'éducation au développement durable, la classe, l'établissement ou le territoire, ses actions se composent d'au moins trois dimensions en interaction :

- les savoirs (scientifiques, académiques, ou en construction, etc.) sur des problématiques étudiées ou construites ;
- les compétences psychosociales (travailler ensemble, adapter son attitude à une nouvelle situation, questionner son comportement individuel versus collectif, etc.) ;
- les démarches permettant de mettre savoirs et compétences psycho-sociales en synergie ou en articulation (investigations, enquêtes, débat, travail sur des scénarii, actions de sensibilisation).

Les circulaires d'éducation au développement durable (MEN, 2007, 2011, 2015) invitent à travailler à partir de problématiques liées à un territoire et à ses acteurs. Elles insistent pour que soit développée une approche systémique et complexe, pour faire varier les échelles d'espace et de temps et en travaillant en partenariat. Dans la structuration de cette ÉDD, l'éducation scientifique joue un rôle important « l'estant » certains concepts (changement climatique, incertitude, ressource en eau, etc.) en les inscrivant dans des trames conceptuelles à fort caractère scientifique. Ainsi l'intérêt d'engager des processus réguliers de collaboration avec les acteurs d'un territoire est une nécessité pour l'éducation nationale.

Le projet étudié en termes de collaboration s'apparenterait selon la terminologie de Mérini (1994) à un Réseau d'Ouverture de Collaboration (COR) de type « action ». Mais il s'est aussi construit sur une autre référence que l'on pourrait qualifier d'ingénierie de la co-construction. Les multiples phases ont été systématiquement co-construites. Les contraintes de chaque partenaire, parfois à caractère prescriptif, ont été intégrées et pensées. Le dispositif OHM ayant la nécessité de vulgariser et valoriser le travail de ses équipes, le projet Eau se devait d'être non seulement un moment d'expérimentation d'un EIST sur le département (prescription institutionnelle) et un lieu où chaque enseignant retrouve sa culture disciplinaire (référence au programme et modalité pédagogique adaptée) mais aussi un temps de travail prenant en compte les objectifs de l'OHM et plus particulièrement de l'équipe ÉDD sur le futur. Cet ensemble de contraintes aurait pu freiner le projet ou l'empêcher de se déployer. Mais en les intégrant dès le départ, c'est-à-dire en les pensant et en les mettant en relation, elles ont contribué à forger une 4^e catégorie de collaboration qui peut être formulée en inversant la formule de Mérini (1994), une COR de type « action » : collaboration d'ouverture de type réseaux. Le fait de placer le terme en « réseau » en bout de chaîne sémantique permet d'en faire le pivot de la formule. Cette collaboration particulière semble favoriser la prise en compte par les élèves d'une grande diversité de savoirs, de séquences temporelles, et de sites clefs au sujet de la dynamique de la ressource eau en montagne.

Conclusion

L'éducation au développement durable souhaite intégrer une approche multiscalaire aussi bien temporelle que spatiale. Les réponses des élèves sur les attributions spatiales des apports des chercheurs dans le paysage montrent que même avec des sujets et des approches hétérogènes sur le sujet de l'évolution au cours de temps de la ressource en eau en montagne, des points de repère spatiaux semblent se construire.

Les degrés de cohérence formulés dans les cartouches sur le débit saisonnier de la rivière sont une façon de construire le multiscalaire, et dans ce cas le degré de cohérence élevé des réponses nous permet de dire que le travail est engagé par les élèves.

L'équipe qui a assuré la médiation des chercheurs de l'OHM auprès des enseignants et des élèves a oscillé entre transposition externe et traduction, selon la visée éducative. Les résultats et les éléments proposés dans la discussion révèlent au final que chaque partenaire a contribué de manière fondamentale à la réalisation de ce projet. Le choix d'associer des notions à des pratiques de recherche est le résultat des rencontres et des discussions avec les différents acteurs impliqués dans ce projet (chercheurs, chercheurs ÉDD, enseignants, élèves). Cela a permis de faire le constat d'une transposition distribuée, assumée pour partie par chacun des acteurs, que nous qualifions de transposition en réseau, au sens de Bruno Latour (2005).

Durant l'ensemble du projet, il apparaît que les grands types de collaboration entre chercheurs et enseignants proposés par Mérini (1994), qui vont du ROC « regard »

au ROC « synergie » ne recouvraient pas totalement la forme de ce projet. Cela nous amène à proposer une quatrième catégorie de collaboration : une collaboration d'ouverture de type réseaux (COR). Cette collaboration particulière semble favoriser la prise en compte par les élèves d'une grande diversité de données, de séquences temporelles, et de sites clefs au sujet de la dynamique de la ressource eau en montagne. Elle semble permettre à chaque acteur de s'impliquer comme « partie prenante » du processus.

Les élèves se sont montrés particulièrement intéressés par les interventions des chercheurs dans et hors de la classe. Même si le degré d'abstraction nécessaire à la manipulation des données des chercheurs peut montrer des limites pour des élèves de CM2 et de sixième, l'implication de ces derniers dans des actions *d'apprenti chercheur* leur permet de concrétiser les problématisations des chercheurs et les modalités d'investigation utilisées. La mise en relation d'éléments variés, dans un environnement complexe et dans une projection vers le futur, est cependant possible y compris pour des élèves de l'école primaire comme en témoignent les degrés de cohérence relevés.

Ainsi, l'école n'est pas seulement une interface dans un processus de transposition d'une référence scientifique ; elle est le lieu de rencontres de pratiques diverses qui constituent autant de références possibles (Bisault, 2011).

Jean-Yves Léna

jean-yves.lena@univ-tlse2.fr

Marie-Pierre Julien

marie-pierre.julien@univ-tlse2.fr

Raphaël Chalmeau

raphael.chalmeau@univ-tlse2.fr

Anne Calvet

a.calvet@ac-toulouse.fr

Christine Vergnolle Mainar

christine.vergnolle@univ-tlse2.fr

Bibliographie

BACHELARD G. (1938/1993). *La formation de l'esprit scientifique*. Paris : Vrin.

BERRIOS A., BARTHES A. & CHAMPOLLION P. (2014). Les apports disciplinaires sont-ils suffisamment développés pour répondre aux objectifs éducatifs des collèges face à l'introduction de l'Éducation au développement durable et à ses pratiques sociales dominantes. In A. Diemer et C. Marquat, *L'éducation au développement durable : enjeux et controverses*, De Boeck.

BISAULT J. (2011). *Contribution à l'élaboration curriculaire d'une éducation scientifique à l'école primaire : modélisation des moments scolaires à visée scientifique*. HDR, Cachan : École normale supérieure de Cachan, HAL Id : tel-00693900.

- CAILLOT M. (1993). Sens et situations didactiques en sciences expérimentales. In P. Jonnaert & Y. Lenoir, (dir.), *Sens des didactiques et didactique du sens*. Sherbrooke : Éd. du CRP, p. 157-174.
- CHAUVET E. (2014). Exploitation hydroélectrique en Videssos : implications directes et indirectes du changement global sur l'écosystème aquatique. *Séminaire de restitution, 8 décembre 2014*. En ligne : <<http://w3.ohmpyr.univ-tlse2.fr/outils.php>> (consulté le 12 janvier 2016).
- CHENORKIAN R. (2014). Éléments constitutifs des observatoires hommes milieux, origine et évolutions. In R. Chenorkian & R. Samuel, *Les interactions hommes-milieu. Questions et pratiques de la recherche en environnement*. Éd. Quae.
- CHEVALLARD Y. (1985/1991). *La transposition didactique*. Grenoble : La Pensée sauvage.
- FRANDJI D. & VITALE P. (2008). *Actualité de Basil Bernstein*. Rennes : Presses universitaires de Rennes.
- GALOP D. (2009). Site Web Observatoire Hommes Milieux-Haut Videssos. En ligne : <http://w3.ohmpyr.univ-tlse2.fr/presentation_ohm_pyr.php> (consulté le 18 avril 2015).
- GALOP D. (2013). L'Observatoire Hommes Milieux du Haut Videssos, Ariège terre de sciences, Regards croisés de chercheurs sur un territoire. *La Dépêche du Midi – CNRS, coll. Le Petit illustré, n°19*.
- GASCOIN S., HOUET T., SZCZYPA C. & FANISE P. (2014). Impact du changement climatique et du changement d'occupation des sols sur l'enneigement du haut Videssos. *Séminaire de restitution, 8 décembre 2014*. En ligne : <<http://w3.ohmpyr.univ-tlse2.fr/outils.php>> (consulté le 12 janvier 2016).
- 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*, p. 7-30.
- JENSEN P. & CROISSANT Y. (2007). Activité de vulgarisation des chercheurs CNRS : un état des lieux. *International School for Advanced Studies, Journal of Science Communication*, vol. 6, n°3.
- JULIEN M.-P., CHALMEAU R., VERGNOLLE MAINAR C., LENA J.-Y. & CALVET A. (2014). Concevoir le futur d'un territoire dans une perspective d'éducation au développement durable. *Vertigo*, vol. 14, n°1, 16 p. En ligne : <<http://vertigo.revues.org/14690>>
- JURDANT B. (1973). *Les problèmes théoriques de la vulgarisation scientifique*. Thèse de doctorat de 3^e cycle, Strasbourg : université Louis Pasteur.

- JURDANT B. (2007). Parler la science? *Alliages. Culture, sciences et technique*, n°59, 3 p. En ligne: <<http://www.tribunes.com/tribune/alliage/59/page6/page6.html>> (consulté le 12 janvier 2016).
- LANGÉ 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, p.85-100.
- LANGÉ J.-M., TROUVE A. & VICTOR P. (2007). Expression d'une opinion raisonnée dans les éducations à... : quels indicateurs ? *Colloque de l'Actualité de la recherche en éducation et en formation, AECSE, Strasbourg, 29 août -1er septembre 2007*.
- LATOUR B. (1988). *Science in action. How to follow Scientists and Engineers through society*. Cambridge : Havard University Press.
- LATOUR B. (2005). *La science en action, introduction à la sociologie des sciences*. Paris : La Découverte [2^{de} éd.]
- LEVY-LEBLONG J.M. (1981). *Bulletin d'information de l'AESF*, Octobre 1981.
- MARTINAND J.-L. (1989). Pratiques de référence, transposition didactique et savoirs professionnels en sciences et techniques. *Les Sciences de l'éducation pour l'ère nouvelle*, n°2, p.23-29.
- MARTINAND J.-L. (2001). Pratiques de référence et problématique de la référence curriculaire . In A. Terrisse (éd), *Didactique des disciplines, les références au savoir*, Bruxelles : De Boeck, p. 17- 24.
- MARZIN-JANVIER P. (2013). *Comment donner du sens aux activités expérimentales?* Note de synthèse pour l'HDR. Grenoble : université Joseph Fourier-Grenoble 1, 196 p.
- MEN (2007). Deuxième phase de généralisation de l'éducation au développement durable (EEDD) - Circulaire n°2007-077 du 29-03-2007, *Bulletin officiel de l'Éducation nationale*
- MEN (2011). Troisième phase de généralisation de l'éducation au développement durable (EDD) - Circulaire N° 2011-186 du 24-10-2011, *Bulletin officiel de l'Éducation nationale*.
- MEN (2015). Instruction relative au déploiement de l'éducation au développement durable dans l'ensemble des écoles et établissements scolaires pour la période 2015-2018 - Circulaire N° 2015-018 du 4-2-2015, *Bulletin officiel de l'Éducation nationale*.
- MÉRINI C. (1994). Modèles de fonctionnement du partenariat et typologie des réseaux. In D. Zay (dir.), *La formation des enseignants au partenariat*,

une réponse à la demande sociale?, Paris : Presses universitaires de France, p. 113-127.

ORANGE C. (1997). *Problèmes et modélisation en biologie ; quels apprentissages pour le lycée?* Paris : Presses universitaires de France.

PELLAUD F. (2000). *L'utilisation des conceptions du public lors de la diffusion d'un concept complexe, celui de développement durable, dans le cadre d'un projet en muséologie*. Thèse, Genève : faculté de psychologie et des sciences de l'éducation de l'Université de Genève.

POMMIER M., FOUCAUD-SCHEUNEMANN C. & MOREL-DEVILLE F. (2010). De la recherche à l'enseignement : modalités du partage des savoirs dans le domaine des sciences de la vie et de la Terre, *Recherches en didactique des sciences et des technologies*, n°2, p. 127-156. En ligne : <<http://rdst.revues.org/309>> (consulté le 05 décembre 2013).

RAICHVARG D. (2010). La vulgarisation des sciences : fausse « traduction » et vraie « interprétation ». *Hermès, La revue*, n°56, p. 105-112.

VERGNOLLE MAINAR C., JULIEN M.-P., LENA J.-Y. & CALVET A. (2013). La question de la projection vers le(s) futur(s) possible(s) : quels points d'appui? *Penser l'éducation*, n° hors-série p.257-273.

VERGNOLLE MAINAR C., JULIEN M.-P., CHALMEAU R., CALVET A. & LENA J.-Y. (sous presse). Transférabilité des activités d'éducation à l'environnement et au développement durable : enjeu de la modélisation, *Éducation relative à l'environnement*.

Annexes

Annexes 1 : exemples de données – Séance Neige – M4 – avec Simon Gascoïn

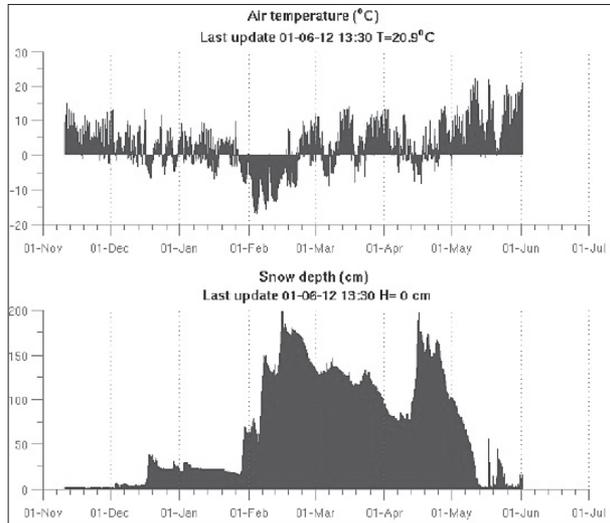


Figure 1 : enregistrement des températures et de la hauteur de neige par la station nivale de Bassiès – 1800 m

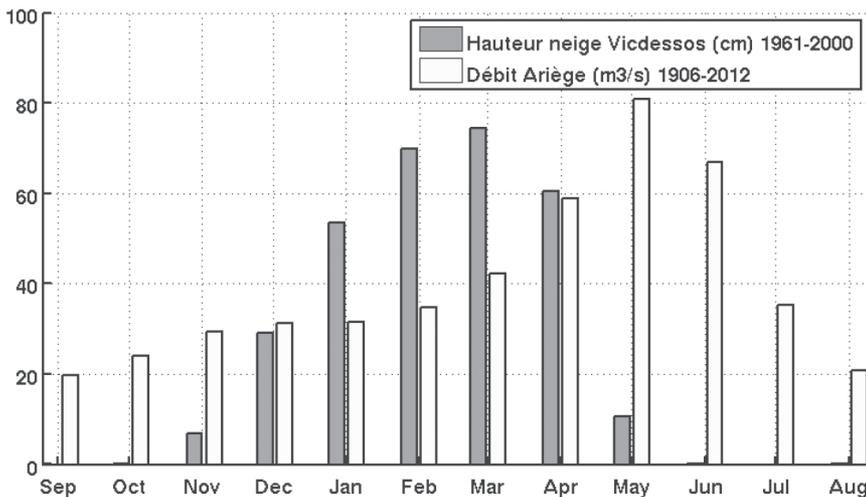


Figure 2 : comparaisons de la hauteur de neige par la station nivale de Vicdessos et du débit de l'Ariège

Annexes 2 : synthèse des notions et des enjeux abordés avec les chercheurs – M5

Phase collective : 15 minutes avec un diaporama de 3 diapositives (fond de paysage, visages de chercheurs, système de codification, N, P, +, ++, -, --)

« Aujourd'hui, on vous propose de faire le bilan du travail fait avec les chercheurs ».

Présentation du cadre : paysage avec les différents lieux

Explication des règles du jeu. Lecture du document par les élèves... On identifie les différentes cases et ce que l'on peut écrire dedans.

Quelles sortes de précipitations? Pluie et neige

Quelles quantités? Pas du tout, un peu, beaucoup

Quel manteau neigeux (idem)

Quelle température? Froide, tiède et chaude

Débit de l'eau dans la rivière (pas du tout, un peu, beaucoup)

Quelle quantité de litière (pas du tout, un peu, beaucoup) et vitesse de décomposition (lente ou rapide)

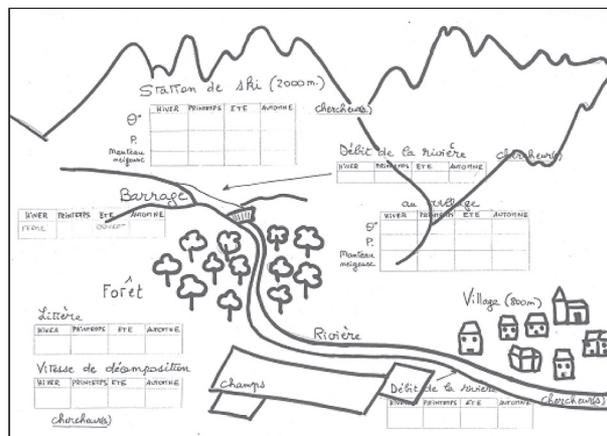


Figure 3 : document distribué aux élèves pour la phase de travail individuel

Phase individuelle : 40 minutes

« Vous allez faire ce travail tout seul, c'est-à-dire choisir des mots à placer dans le paysage ».

« On vous demande d'écrire dans les cases votre choix pour les saisons de l'année 2012 ».

Chaque élève dispose d'un A3 avec croquis du paysage à compléter

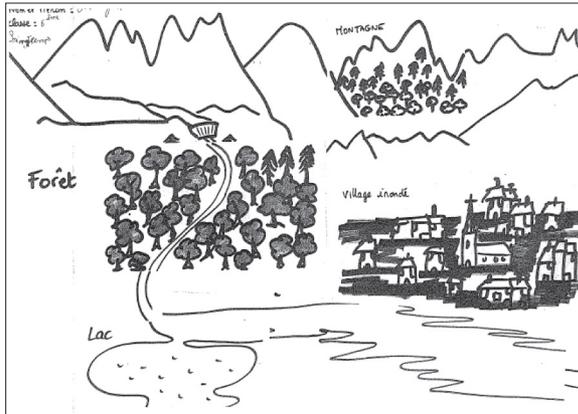


Figure 6 : feuille élève de CM2 à partir du scénario le plus probable – travail sur le futur – M6.