



HAL
open science

Contextualisation et effets de contextes dans l'apprentissage des Sciences

Thomas Forissier

► **To cite this version:**

Thomas Forissier. Contextualisation et effets de contextes dans l'apprentissage des Sciences. Education. Université des Antilles, 2019. tel-02277162

HAL Id: tel-02277162

<https://hal.science/tel-02277162>

Submitted on 3 Sep 2019

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 des Antilles

École Doctorale n°588

Milieu insulaire tropical : Dynamiques de développement, Sociétés, Patrimoine et Culture
dans l'espace Caraïbes - Amériques

DS 6 Sciences humaines et humanités

Centre de Recherches et de Ressources en Education et Formation (CRREF)

Rapport pour l'obtention de l'Habilitation à diriger des recherches

Thomas FORISSIER

Contextualisation et effets de contextes dans l'apprentissage des Sciences

Soutenue le 28 juin 2019

Jury :

- **Rodica AILINCAI**, Professeur des universités, Université de la Polynésie française.
- **Jacqueline BOURDEAU**, Professeur des universités, Université TELUQ.
- **Antoine DELCROIX**, Professeur des universités, Université des Antilles.
- **Roger NKAMBOU**, Professeur des universités, Université du Québec à Montréal, Rapporteur.
- **Jean SIMONNEAUX**, Professeur des Universités, École Nationale supérieure de Formation de l'Enseignement Agricole, Rapporteur.
- **Fabienne VENANT**, Professeur des universités, Université du Québec à Montréal, Rapporteur.

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Antoine Delcroix pour l'aide qu'il a apportée à la réalisation de ce manuscrit et, plus largement, pour son engagement dans le développement des recherches en didactique dans les Caraïbes.

Ma rencontre avec Jacqueline Bourdeau a été pour moi une formidable chance. Elle m'a énormément appris en termes de problématique et de méthodologie. C'est pourtant ses qualités humaines que je veux ici saluer, car c'est dans l'écoute, la bienveillance et la franchise que nous avons ensemble, tissé les liens entre technologies éducatives et didactique des sciences qui ont mené au développement des enseignements basés sur les effets de contextes.

Je remercie Rodica Ailincăi, Roger Nkambou, Jean Simonneaux et Fabienne Venant pour avoir accepté de faire partie du jury de cette Habilitation à Diriger des Recherches.

Je souhaite également remercier Thierry de Lacaze, Claire Anjou et Lamprini Chartofylaka, doctorants aux qualités remarquables qui m'ont fait l'honneur de collaborer avec moi. C'est en travaillant avec eux que la plupart des idées qui jalonnent mon itinéraire de recherche, présenté ici, ont été formalisées. Au-delà des doctorants, certains étudiants de master et notamment Sophie Leurette et Sophie Fécil, ont joué un rôle essentiel dans l'exploration des relations entre contextes et didactique des sciences ; je les en remercie sincèrement.

L'ensemble des membres du Centre de Recherches et de Ressources et particulièrement deux de ses membres fondateurs, Béatrice Jeannot Fourcaud et Frédéric Anciaux, ont permis cette confrontation entre didactique des sciences et contextes. Ils représentent pour moi l'importance des approches interdisciplinaires dans la construction des savoirs.

Je désire également exprimer ma gratitude à tous les acteurs impliqués dans les enseignements basés sur les effets de contextes et en particulier des chercheurs qui ont travaillé sur cet objet, Alain Stockless, Roger Nkambou, Lise Parent, Lionel Prévost, Valéry

Psyché, François-Xavier Bernard, Françoise Détienne, Michael Baker et Yves Mazabraud. Merci également aux collègues de la Délégation aux Affaires Numériques du Rectorat de Guadeloupe et notamment Benoit Fricoteaux et Bernard Divialle. Mais surtout, je veux remercier les étudiants, élèves et enseignants qui ont accepté de participer à ces recherches.

Je souhaite également remercier Emile Voitus et Max Dorville pour leur accueil au sein de l'IUFM de Guadeloupe.

Enfin, je remercie les lecteurs de ce manuscrit qui, en dépit de leurs étranges goûts littéraires, montrent une curiosité réjouissante. Ce rapport d'Habilitation à Diriger des Recherches (HDR) a été conçu comme le lieu de quelques réflexions sur l'itinéraire de recherche qui fut le mien depuis une dizaine d'années. Je l'ai souhaité synthétique, audacieux et sincère.

Résumé

Les relations entre les contextes et les apprentissages ont été nettement moins explorées dans le cadre de l'enseignement des Sciences que dans celui des Langues ou de l'Histoire. Cela peut paraître surprenant tant, en cette période de désaffection apparente pour les sciences, l'importance du réel dans l'enseignement scientifique ne cesse d'être invoqué. Pourtant, des discussions épistémologiques autour de l'universalité des sciences et la diversité des systèmes vivants peuvent induire des questionnements sur des contextualisations particulières dans l'enseignement des sciences.

La contextualisation didactique est souvent perçue comme une adaptation que doit réaliser le bon enseignant pour ses élèves à partir de savoir généraux et communs. Soumise aux instructions et organisations nationales, mais présentant des contextes naturels et culturels singuliers, la Guadeloupe est un territoire pour riche l'étude des contextes dans l'enseignement des sciences. Nous présentons une définition différente de la contextualisation, articulée à la notion d'effet de contextes, et présentons des propositions d'enseignement des sciences basées sur la comparaison de contextes.

Les relations entre contexte et éducation ont fait l'objet de nombreuses approches. Plusieurs des concepts auxquels elles ont conduit sont discutés : les effets de contextes qui relèvent des théories de la perception construite ; la distinction des contextes internes et externes ; le transfert d'apprentissage ; la contextualisation didactique telle qu'elle est définie en didactique des langues puis les technologies éducatives et le Design Based Research.

Les relations entre la contextualisation et plusieurs concepts issus des didactiques des mathématiques et des sciences sont ensuite précisées, notamment les Questions Socialement Vives, les effets de contrats, les apprentissages authentiques, les conceptions, la modélisation et les études contextuelles.

L'analyse d'une sélection de travaux, organisée en trois volets, permet de présenter mon itinéraire personnel de recherche. Le premier inscrit la contextualisation didactique dans le champ de la didactique des sciences, le deuxième construit la notion d'effet de contextes et le troisième présente les enseignements basés sur les effets de contextes.

Le premier volet porte sur la contextualisation didactique en sciences en prenant appui sur une proposition de cadre d'analyse opérationnel, puis sur l'étude de l'éducation au

développement durable en Guadeloupe, et enfin sur une enquête sur les conceptions sur la géothermie à Bouillante (Guadeloupe). Le cadre d'analyse opérationnel construit avec Delcroix et Anciaux (2013) présente une contextualisation inscrite dans une chaîne de transposition des savoirs, dans des contraintes didactiques, épistémologiques et sociales et dans une tension entre habillage (contextualisation faible) et refondation curriculaire (contextualisation forte). Les travaux menés avec De Lacaze (2015) permettent une analyse systémique de l'éducation au développement durable en Guadeloupe à travers la prise en compte des contextes dans les conceptions d'acteurs sociaux, d'enseignants et de cadres de l'éducation nationale et d'élèves du primaire. À l'instar des acteurs sociaux, les élèves possèdent des conceptions contextuelles et se montrent conscients de cette contextualité. Le système éducatif, quant à lui, présente une prise en compte des contextes plus faible. En questionnant l'échelle de pertinence pour appréhender la question des relations entre contexte et éducation scientifique, l'étude comparée des conceptions d'élèves de Bouillante et du Gosier sur la géothermie montre l'existence d'effets micro contextuels.

À partir des travaux portant sur la nutrition des plantes, sur les saisons climatiques et sur l'observation de la lune, nous questionnons à nouveau la notion d'effets de contextes. Ces travaux portent sur les conceptions d'apprenants au regard des instructions officielles et manuels scolaires. Parce que qu'en Guadeloupe, des plantes épiphytes poussent sur les fils électriques, elles sont comprises comme des plantes électrophages ; les saisons climatiques de Guadeloupe sont moins bien décrites que celles de France hexagonale ; des étudiants de première année d'université des Antilles affirment que le croissant de lune est vertical dans le ciel ce qui n'est pas observable en zone intertropicale. Ces résultats ainsi que l'analyse de séances d'enseignement, permettent de redéfinir l'effet de contextes comme un événement cognitif, affectif et se manifestant lors de séquences d'interactions.

Cette nouvelle approche des effets de contextes permet de les considérer non comme des obstacles épistémologiques, mais comme des faits utiles à l'apprentissage. Ceci m'a permis de dégager le concept d'enseignement basé sur les effets de contextes, qui consiste en des situations d'apprentissage favorisant l'émergence de ces événements à travers des investigations collaboratives menées dans deux contextes différents. Quatre programmes de recherche ont permis de mettre en place ces enseignements : Gounouy, porte sur la notion d'adaptation des grenouilles ; au sein de GÉOTREF, la thèse d'Anjou sur la géothermie met à l'épreuve un calculateur d'écarts de contextes ; TEEC (Technologies

Educatives pour l'enseignement en contexte) fait varier les disciplines et les niveaux scolaires dans une démarche de Design Based Research ; Form@link, qui a débuté en 2019, et met en place des itérations entre les différentes îles constituant la région académique de Guadeloupe.

En synthèse, l'ensemble de ces travaux permet de considérer la contextualisation comme étant un processus inhérent à tout apprentissage et non comme une adaptation à une situation particulière, les effets de contextes comme une émergence multidimensionnelle et les enseignements associés comme technologiques, collaboratifs et interculturels.

Abstract

Relationships between contexts and learning have been much less explored in science education than in disciplines like language or history. This may seem surprising as, in this period of apparent disaffection for science, the importance of the real in science education is so often brandished. However, epistemological discussions around the universality of science and the diversity of living systems can induce questions about particular contextualizations in science education.

Didactic contextualization is often perceived as an adaptation of general knowledge that the « good teacher » have to practice with his students. Subjected to the national instructions and organization, but presenting natural and cultural singular contexts, Guadeloupe is well placed to study of the contexts in the teaching of sciences. We present a different definition of contextualization, articulated with the notion of context effect and propose an approach in science teaching based on the comparison of contexts.

The relationships between context and education have been the subject of many approaches. Several of the concepts to which they have led to discussion: the context effects that come from the theories of constructed perception; the distinction of internal and external contexts; the learning transfer; the didactic contextualization as defined in language didactics then educational technologies and then the methodology of Design Based Research.

The relationships between contextualization and several concepts from the didactics of mathematics and science are then specified, including Socio-Scientific Issues, contract effects, authentic learning, conceptions, modeling and contextual studies.

The analysis of a selection of research, organized in three parts enables the presentation of my personal research path. Firstly, we introduce the didactic contextualization into the field of science didactics, then construct the concept of context effect and the third one presents the teaching practices based on the context effect.

The first part deals with didactic contextualization in science, based on a proposal for an operational analysis framework, then on the study of education for sustainable development in Guadeloupe, and finally on geothermal energy. The framework on operational analysis developed with Delcroix and Anciaux (2013) presents a contextualization established in a chain of knowledge transposition. Within didactic,

epistemological and social constraints and in a tension between weak and strong contextualization. The work conducted with De Lacaze (2015) allows a systemic analysis of education for sustainable development in Guadeloupe by taking into account the contexts in the conceptions of social actors, teachers and national education executives and primary school students. Like social actors, students have contextual conceptions and they are aware of this contextuality. The education system, on the other hand, takes less account of the contexts. By questioning the scale of relevance in order to understand the relationship between context and science education, the comparative study between student's conceptions in Bouillante and in Le Gosier's on geothermal energy show the existence of micro-contextual effects.

During our research on plant nutrition, climatic seasons and moon observation, we questioned once more the notion of context effects. This work focuses on learner's conception, in regard to official instructions and school textbooks. Since in Guadeloupe, epiphytic plants grow on electrical wires, they are understood as electrophagous plants, the climatic seasons of Guadeloupe are less well perceived than those of France. Then, first-year students of University of the French West Indies claim that the crescent moon is vertical in the sky which is not observable in the intertropical zone. These results, as well as the analysis of teaching sessions, enable us to redefine the effect of contexts as a cognitive, affective event which manifest event during interaction sequences.

This new approach to the effects of contexts lead to consider them not as epistemological obstacles but as useful facts for learning. This enabled me to identify the concept of education based on the contexts effects, which consists of learning situations favoring the emergence of these events through collaborative investigations conducted in two different contexts. Four research programs have put in practice this educational approach. Gounouy, focuses on the notion of adaptation of frogs. During the GÉOTREF project, Anjou's thesis (2018) on geothermal energy, tests a calculator of context deviations. TEEC (Educational Technologies for Education in Context) diversify disciplines and grades within a Design Based Research approach. In Form@link, which started in 2019, we set up experimentation between the different islands which consist the archipelago of Guadeloupe.

In summary, all of this work proves that contextualization is an inherent process in all learning and not as an adaptation to a particular situation, the effects of contexts as a

multidimensional emergence and related to education practice as technological, collaborative and intercultural.

Table des matières

1	CONTEXTES ET ENSEIGNEMENT DES SCIENCES.....	19
1.1	LES CONTEXTES, UNE QUESTION EDUCATIVE POSEE A DE MULTIPLES REPRISES	19
1.1.1	<i>Oignon, fleurs et nuages, trois représentations classiques du contexte.....</i>	19
1.1.2	<i>Effet de contextes et perception construite.....</i>	24
1.1.3	<i>Contexte interne et contexte externe</i>	25
1.1.4	<i>Le contexte interne et le Transfert.....</i>	25
1.1.5	<i>La notion de contextualisation didactique en didactique des langues.....</i>	26
1.1.6	<i>Technologies numériques éducatives et systèmes de tutoriels intelligents</i>	27
1.1.7	<i>Design-Based Research et contexte</i>	28
1.2	LA CONTEXTUALISATION ET SES RELATIONS AUX CONCEPTS FONDAMENTAUX DE DIDACTIQUE DES SCIENCES ET DES MATHÉMATIQUES.....	31
1.2.1	<i>Effet de contexte, effet de contrat</i>	31
1.2.2	<i>Effet de contexte et Question Socialement Vive</i>	31
1.2.3	<i>Le contexte externe et les apprentissages authentiques</i>	35
1.2.4	<i>Conception en didactique des sciences</i>	36
1.2.5	<i>Les conceptions selon le modèle KVP.....</i>	37
1.2.6	<i>Modélisation et enseignement des sciences.....</i>	38
1.2.7	<i>Contextes, didactiques des sciences, comparaison de systèmes et spécificités sociales</i>	42
1.2.8	<i>Conceptions scientifiques et études culturelles</i>	43
2	ITINÉRAIRE PERSONNEL DE RECHERCHE	45
2.1	LA CONTEXTUALISATION DIDACTIQUE EN SCIENCES	47
2.1.1	<i>Un cadre d'analyse opérationnel.....</i>	47
2.1.2	<i>La contextualisation de l'éducation au développement durable (EDD).....</i>	62
2.1.3	<i>Etude sur les conceptions d'élèves de bouillante sur la Géothermie.....</i>	73
2.2	EXPLORATION DES EFFETS DE CONTEXTES	80
2.2.1	<i>Nutrition des plantes, plantes épiphytes et rôle de la terre et plante électrophage.</i>	81
2.2.2	<i>Etude concernant les conceptions sur les saisons climatiques et l'observation de l'orientation de la lune dans le ciel.....</i>	86
2.2.3	<i>Vers une définition des effets de contextes</i>	104
2.3	ENSEIGNEMENTS BASES SUR LES EFFETS DE CONTEXTES.....	107
2.3.1	<i>Gounouy : les premiers effets de contextes enregistrés</i>	107
2.3.2	<i>Conceptions et apprentissage sur la géothermie dans les Antilles</i>	119
2.3.3	<i>Technologies Educatives et Enseignement en Contexte.....</i>	132
2.3.4	<i>Form@link et l'échelle de pertinence des contextes.....</i>	146
3	DISCUSSION.....	148
3.1	LA CONTEXTUALISATION N'EST PAS UNE ADAPTATION	148
3.2	UNE DÉFINITION ACTUELLE DE L'EFFET DE CONTEXTES	151
3.3	PRINCIPES ET TECHNOLOGIE EDUCATIVE DANS LES ENSEIGNEMENTS BASES SUR LES EFFETS DE CONTEXTES	152
3.4	MODELISATION ET OUTILS	153
3.5	VARIATION DES ENSEIGNEMENTS BASES SUR L'ÉMERGENCE DES EFFETS DE CONTEXTE ..	155
3.6	CONTEXTES ET APPRENTISSAGE, SPECIALISTES ET EXPERTS.....	157

4	BIBLIOGRAPHIE	162
5	TABLES DES ILLUSTRATIONS.....	174
5.1	TABLE DES FIGURES.....	174
5.2	TABLE DES TABLEAUX.....	175
6	CURRICULUM VITAE	178

Introduction

Le terme de contexte est un piège. Il a été défini tant de fois et de manières si variées (Bazire et Brézillon, 2005) qu'en donner une définition satisfaisante relève de l'impossible. Il est cependant utile d'en préciser la nature et l'objet. Ce dernier répond à la question « contexte de quoi ». Parle-t-on du contexte de l'apprenant, de celui de ses conceptions, de la relation pédagogique, ou de la situation didactique ? La réponse n'est pas unique mais l'opposition entre contexte interne et externe éclaire cette question en séparant la description d'un contexte d'un élève proposé par des spécialistes (externe) aux conceptions de cet élève (interne). La nature du contexte répond à la question de « quel contexte » s'agit-il ? Culturel, social, pédagogique, langagier, les réponses sont multiples et on envisage rarement les interactions complexes entre la multitude de contextes opérants. Pour ma part, je me suis essentiellement penché sur les contextes naturels, environnementaux ou technologiques. Il est connu, depuis Bachelard (1938), que l'environnement peut être un obstacle épistémologique à la compréhension des phénomènes scientifiques, et l'influence de ces contextes proches de l'objet des enseignements de sciences a été jusqu'alors peu étudiée. Cette proximité entre un contexte et l'objet d'un apprentissage peut qualifier un contexte de didactique.

Evoquer les relations entre contextes et apprentissage des sciences nécessite de préciser les limites évidentes à ce titre. Les travaux qui sont présentés ne couvrent certainement pas toutes les sciences. Le terme de sciences naturelles est encore bien trop vaste, et celui de Biologie recouvre imparfaitement ce dont il est question ici. De plus, les sciences expérimentales, bien que fortement contextuelles de par la nature même de l'expérience, ne sont pas abordées ici. Les sciences dont il est question sont en fait réunies par la relation à l'observable (terme nettement préférable à celui d'observation), centrées au début sur la dimension naturaliste de la biologie, présumée particulièrement féconde en effet de contextes. Des objets plus technologiques comme la Géothermie ont également été source d'études.

Faut-il contextualiser l'enseignement des sciences ? Si le débat semble clos depuis longtemps en histoire et en linguistique, la question reste souvent ouverte pour les sciences naturelles. Entre mythe de l'universalité des sciences et importance de l'observation de

terrain, les sciences de la nature tissent un rapport complexe aux contextes. Serait-ce moins scientifique si l'on contextualisait l'enseignement des sciences ?

Et si l'on admet l'utilité de contextualiser, comme cela semble être le cas dans plusieurs programmes scolaires récents, reste encore à en préciser le sens et la manière. S'agit-il d'une adaptation des exemples, des contenus ou d'un processus tout autre ? Convient-il de tenir compte du niveau présumé des élèves, de leurs histoires et intérêts, de leurs sociologies, du lieu où ils ont vécu ?

Abordons maintenant le risque du localisme qui fut brandi si souvent comme contre argument à l'exposé de mes travaux et toujours pour défendre un enseignement des Sciences de la Vie et de la Terre (SVT) extrêmement centré sur le territoire hexagonal. La subduction y est étudiée au travers des Alpes, la répartition des êtres vivants à partir des saisons tempérées, l'agriculture avec les productions de lait et de blé et les fermentations restreintes à l'exemple de la baguette. Oui, je pense qu'il y a un risque véritable de localisme dans l'enseignement des sciences et que l'idée de contextualiser ne doit pas l'encourager mais au contraire permettre de découvrir la grande richesse du vivant, les diversités des espèces et relations interspécifiques ainsi que les limites des modèles enseignés. Un autre argument classique est celui de l'égalité, principe fondamental qui serait remis en cause par la contextualisation didactique. J'en propose dans ce texte une interprétation différente, mais force est de constater, qu'un système qui impose des notions inadéquates à des territoires périphériques comme les cernes des arbres, les modèles d'observation de lune, ou l'utilisation des gnomons, et importe systématiquement les sujets de concours, semble être une vision orientée de l'égalité.

Ce texte est conçu comme une synthèse des travaux de recherche que j'ai effectués sur trois propositions : la contextualisation didactique, les effets de contextes, et les enseignements basés sur les effets de contextes. Après une rapide revue de questions sur les relations entre contextes et apprentissage des sciences, ils sont présentés dans cet ordre. Il s'agit d'une reconstruction thématique effectuée pour cette HDR et à des fins de clarté de présentation, la réalité historique est que ces trois propositions se sont co-construites, s'appuyant parfois l'une sur l'autre et évoluant de concert. De plus, chacune de ces propositions a été le fruit d'aventures scientifiques collectives et je ne souhaite en aucun cas m'attribuer la paternité de ces notions mais il me semble que j'ai pris une part active aux travaux collectifs qui ont mené à leurs explorations.

Les travaux qui sont présentés dans ce manuscrit peuvent être éclairés par trois tensions qui sont structurantes de leurs genèses. La première concerne l'adaptation et l'évolution, la deuxième le paramétrable et l'imprévisible et la troisième le général et le particulier. Ainsi, la contextualisation sera présentée non comme l'adaptation d'une norme à une situation mais comme une évolution de conceptions le long de mécanismes de transpositions. La modélisation des contextes sera basée sur des contextes externes paramétrables et permettant le calcul d'écart de contextes d'une part et des contextes internes imprévisibles permettant l'émergence d'effets de contextes. Si le contextuel est particulier par le fait d'être situé, singulier et daté, il peut être opposé au général voir à l'universel. Cette opposition prend en fait des sens très différents selon les épistémologies et les sciences étudiées.

1 CONTEXTES ET ENSEIGNEMENT DES SCIENCES

1.1 Les contextes, une question éducative posée à de multiples reprises

Les définitions et utilisations du terme « contexte » ont été nombreuses dans les travaux portant sur l'éducation. Ils diffèrent tant sur les objets des contextes étudiés que sur la nature même de ces contextes. Ainsi, les contextes pédagogiques, sociologiques (Bourdieu et Passeron, 1964 ; Bru, 2004), historiques, environnementaux, langagiers ou psychologiques ont fait l'objet de travaux issus de ces différents champs scientifiques. Ces travaux se sont tantôt intéressés aux élèves, aux conceptions (Cheng et So, 2011), aux situations d'apprentissage ou aux systèmes éducatifs (Taylor et al, 2012). Loin d'en faire une liste exhaustive, cette partie vise à présenter des regroupements possibles à travers l'opposition contexte interne / contexte externe ou à partir des représentations présentes dans la bibliographie.

1.1.1 Oignon, fleurs et nuages, trois représentations classiques du contexte

A travers la bibliographie, trois types de représentation distincts apparaissent. La première, ici appelée « oignon », présente une version affinée de la première des définitions donnée au terme de contexte : « Ensemble des conditions naturelles, sociales, culturelles dans lesquelles se situe un énoncé, un discours. » (Dictionnaire en ligne Larousse¹). Cette idée, princeps, que le concept est ce qui entoure un objet, a été reprise à propos de différents types de condition notamment sociale et organisationnelle. Ainsi, les travaux menés à l'université de Chicago à partir des années 1930, connus sous le nom d'école de Chicago (Chapoulie, 2001 ; Grafmeyer, 2004) ont montré les relations entre les réussites scolaires et principaux indicateurs sociologiques. Dans le même type d'approche, en France,

¹ <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais-monolingue> ; consulté le 01-04-2019

les travaux de Marie Duru-Bellat (2002) ont montré l'importance du système scolaire de la reproduction des modèles sociologiques.

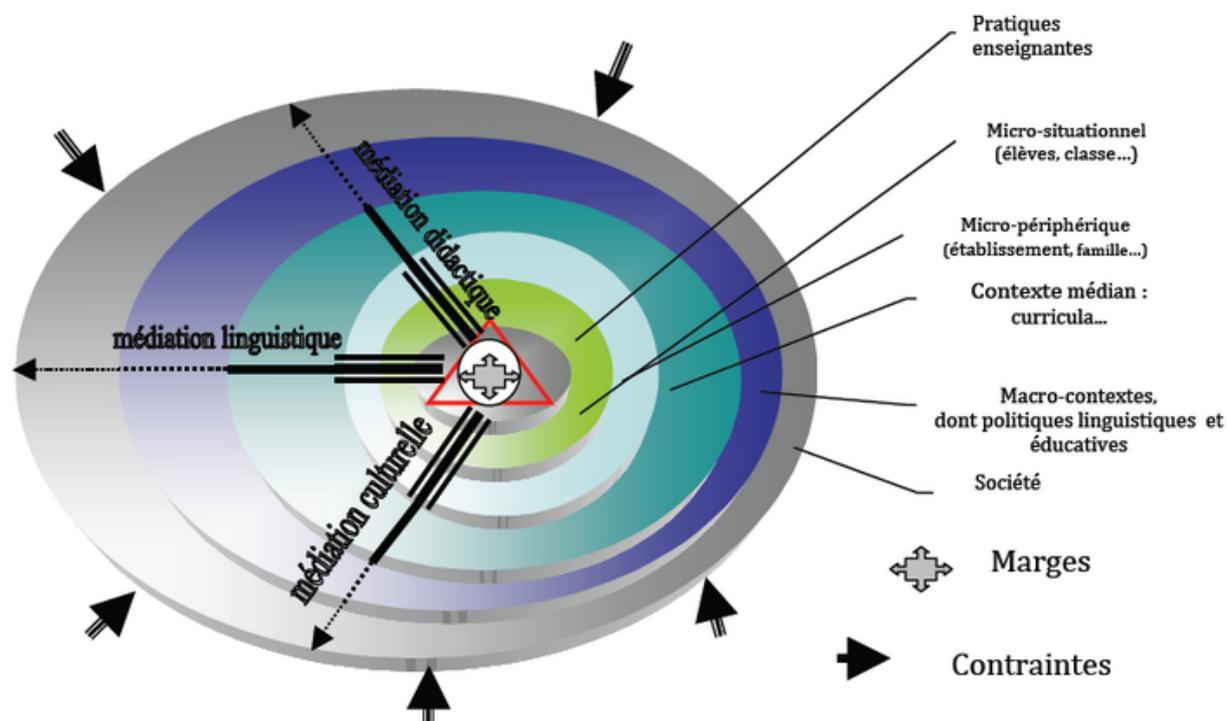


FIGURE 1 - LA CONTEXTUALISATION D'APRES SAUVAGE ET TUPIN (2012)

Certains auteurs, par exemple Sauvage et Tupin (2012), modélisent la relation entre la situation d'enseignement - apprentissage et les éléments contextuels à la manière d'un oignon situant un objet (la situation) dans un contour pluristratifié (Figure 1). Pour ces auteurs, il est intéressant de scinder le contexte en plusieurs couches pour faire apparaître un emboîtement, la situation se trouve dans un micro-contexte lui-même inscrit dans le macro-contexte qu'est la société et ainsi de suite jusqu'à la société. L'ensemble est soumis à différentes contraintes.

Trois dimensions sont privilégiées dans ce modèle, la dimension didactique, la dimension culturelle et la dimension linguistique. Le système d'emboîtement fonctionne pour ces trois médiations qui traversent chacune des couches. Ces auteurs présentent une analyse d'enseignement de français langue étrangère. Les dimensions linguistiques et culturelles sont donc étroitement liées aux objectifs des enseignements étudiés. Repenser ce modèle dans le cadre de la didactique des sciences naturelles impliquerait d'y faire figurer

des contextes proches des objets étudiés, comme, par exemple, les contextes naturels, qu'ils soient écologiques, climatiques, géologiques ou technologiques.

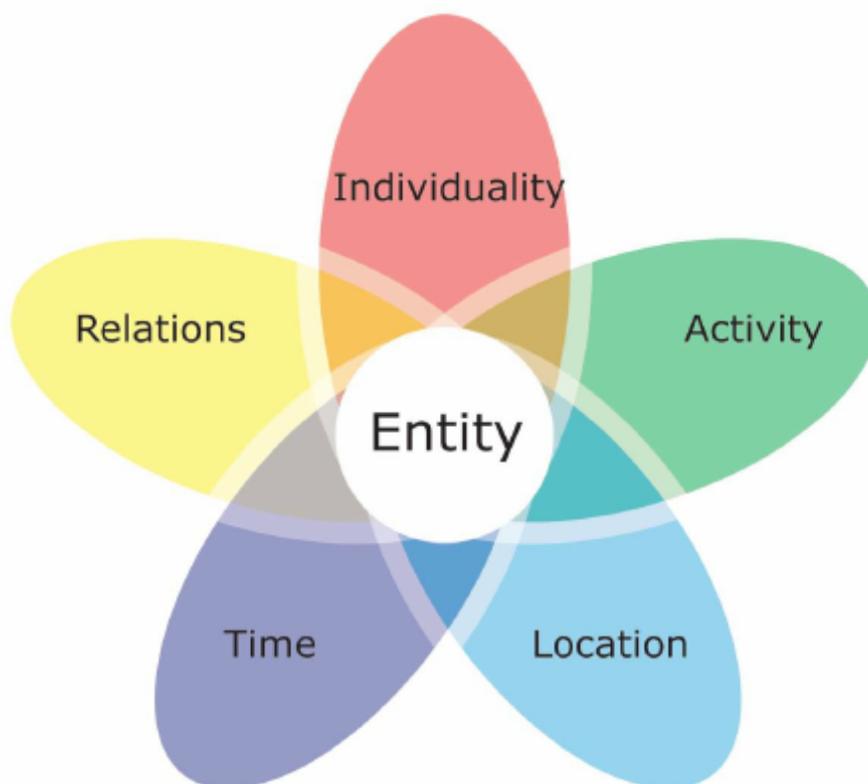


FIGURE 2 - LE MODELE DE ZIMMERMAN D'APRES CALVO ET AL (2014)

Un deuxième type de représentation des contextes est une forme évoluée des modèles oignons. Il ressemble à des pétales de fleurs (Figure 2). L'idée importante dans ces modèles réside dans le fait que les contextes agissants sont multiples et éventuellement en interaction les uns avec les autres (Zimmerman, Lorenz et Oppermmann, 2007 ; Calvo, Dorta et Robert, 2014). Il s'agit en réalité d'une conception nettement différente car elle illustre le passage de l'étude du contexte comme élément de compréhension d'un objet étudié à l'étude des contextes en eux-mêmes à travers leurs interactions avec l'objet mais également avec les autres contextes, dans la perspective d'appréhender un système contextes - objet.

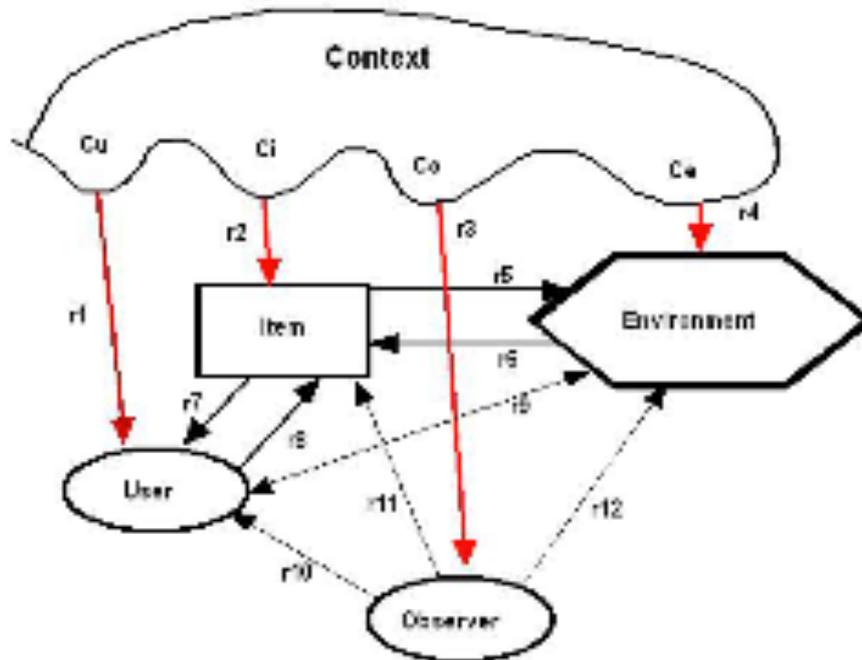


FIGURE 3 - LE CONTEXTE NUAGE D'APRES BAZIRE ET BREZILLON (2005)

Dans un remarquable article recensant plus de 150 définitions du contexte, Bazire et Brézillon (2005) mettent en avant une autre caractéristique du contexte, celle de son imprévisibilité.

Contrairement aux approches « context aware » et notamment celle proposée par Abowd, Dey, Brown, Davies, Smith et Steggles (1999) puis par Dey et Abowd (2000) ; ces auteurs mettent en doute la capacité du contexte à être paramétré. Le contexte ressort ainsi, par rapport à la situation et à l'environnement, comme ce qui est difficilement directement paramétrable. Ils le représentent alors comme un nuage informe pour insister sur cette propriété (Figure 3).

Abowd et al. (1999) définissent le contexte comme l'ensemble des informations qui peuvent être utilisées pour caractériser une situation, une personne, un lieu ou un objet. Ils définissent ensuite le concept de context-aware : « *system is context-aware if it uses context to provide relevant information and/or services to the user, where relevancy depends on the user's task²* ».

² Un système est dépendant du contexte s'il utilise le contexte pour fournir des informations pertinentes ou des services à l'utilisateur, la pertinence étant estimée par rapport à la tâche de l'utilisateur

En résumé, les contextes apparaissent, à travers le modèle oignon, comme ce qui entoure l'objet étudié, ce qui le conditionne dans son expression particulière à une situation. Cette représentation pourrait vraisemblablement être rapprochée de celle de partie anthropologique du site local d'une question (Silvy, 2009). Ce type de modèle semble particulièrement efficace pour étudier les relations entre un objet et un contexte dont la description, choisie, réfère à un type de problématique disciplinaire. Ce modèle est parfaitement adapté aux emboitements des échelles de contexte et permettra ainsi de situer une relation didactique à la fois dans les différents échelons du système éducatif national. La limite de ces modèles réside dans la difficulté à prendre en compte différents contextes tant dans leurs relations avec l'objet que dans les interactions qu'ils peuvent avoir les uns avec les autres. Sauvage et Tupin (2012) proposent une adaptation de ce modèle en faisant figurer 3 axes privilégiés : didactique, linguistique et culturel.

Le modèle « Fleurs » permet, quant à lui, de postuler l'existence de plusieurs contextes en interaction avec l'objet étudié d'une part et entre eux d'autre part. La volonté de recourir à des modélisations systémiques est évidente dans le principe du système contextes-objet. La difficulté d'emploi de ce modèle réside dans la cohérence des problématiques invoquées par les différentes disciplines d'étude des contextes en jeu. On peut néanmoins citer l'existence de plusieurs travaux étudiant l'utilisation du créole (contexte linguistique) dans les apprentissages disciplinaires, en Education physique et sportive (EPS), (Anciaux, 2008) ou en mathématique (Mounsamy, 2017). Cette cohérence nécessite d'une part l'existence de paradigmes partagés par ces disciplines et d'autre part des équipes de recherche compétentes dans chacune des disciplines invoquées. Il s'agit, en fait, d'un système dont les propriétés de chacun des éléments sont difficilement paramétrables d'une manière qui permette de modéliser les relations entre chacun des contextes à l'objet et les interactions entre les différents contextes. Ainsi, les représentations en fleurs restent souvent des méta-modèles difficilement transposables en cadre d'analyse. Une autre particularité de ces modèles réside dans le fait que les contextes y sont conçus, à l'instar des oignons, comme des éléments préexistants aux situations et de ce fait relativement stables et prévisibles.

Les modèles en nuages visent à déconstruire cette idée en insistant sur la dimension non paramétrable des contextes. Dès lors, l'étude des contextes sort du paradigme de contexte comme entourage préexistant et étudié par les standards

académiques pour devenir un événement inattendu et observable en situation. La problématique vise alors à construire, à partir des pratiques individuelles et sociales, des schèmes ou graphes comportant des nœuds contextuels (Garcia et Brézillon, 2018).

1.1.2 Effet de contextes et perception construite

Le terme d'effet de contextes apparaît dans le cadre de la psychologie cognitive des années 1980. S'inspirant de Kant (1781), qui recentre la connaissance sur le sujet connaissant, considérant la réalité telle qu'elle nous apparaît comme la seule accessible, les psychologues vont proposer une approche théorique nommée « constructive perception ».

McClelland, James et Rumelhart. (1981) construisent un modèle d'effet de contextes basé sur la perception des lettres. L'exemple le plus fameux (Figure 4) en est « THE CAT » où le H et le A sont remplacés par un unique caractère intermédiaire entre ces deux lettres. La quasi-totalité des personnes lisent « the cat » interprétant ce caractère en fonction de lettre voisine soit comme un H soit comme un A. Il s'agit d'un effet de contexte.



FIGURE 4 - THE CAT ET L'EFFET DE CONTEXTE EN PSYCHOLOGIE COGNITIVE

L'effet de contexte est ensuite élargi à d'autres exemples et notamment aux attitudes (Tourangeau et Rasinski, 1988). Il devient alors un processus cognitif du type « top down ». Ces effets de contexte sont l'un des principaux arguments soutenant la théorie de la perception construite.

Ces travaux connaissent également des développements dans le champ du marketing en termes d'effet de compromis (Simonson et Itamar, 1989), d'effet d'attraction et de similarité (Roederkerk, Van Heerde et Bijmolt, 2011). Ces travaux étayent l'idée que l'on perçoit un objet (que l'on souhaite vendre) en fonction de ce qui l'entoure en termes de gamme de prix ou d'affiche publicitaire.

L'effet de contextes en didactique, tel qu'il est présenté dans la suite de ce texte, est différent. Bien qu'en accord avec l'idée que l'on perçoit (et que l'on peut désirer) un

objet en fonction de ce qui l'entoure, nous insistons sur le fait que l'on comprend un objet scientifique en fonction des conceptions initiales que l'on a construit dans des contextes particuliers.

1.1.3 Contexte interne et contexte externe

Zimmerman et al. (2007) proposent de définir le contexte à partir de cinq dimensions, celle de l'identité, du temps, de l'espace (lieu), de l'activité et celle de la relation. C'est à partir de cette dernière qu'en 2013, Van Wissen, Kamphorst et Van Eijk modélisent les relations de contrainte entre les contextes externes et internes (Figure 5). D'après ces auteurs, deux individus (alpha et bêta) qui entrent en communication, vont se comprendre en fonction de la proximité de leurs contextes internes. Ces contextes internes sont contraints par les contextes externes de chacune des personnes qui peuvent être plus ou moins communs également. Ces auteurs modélisent les différents types de relation qui existent entre chacun de ces contextes. Ils insistent ainsi sur le fait que si les contextes internes et externes sont en interaction, les contextes internes ne peuvent être conçus comme une causalité unique des contextes externes.

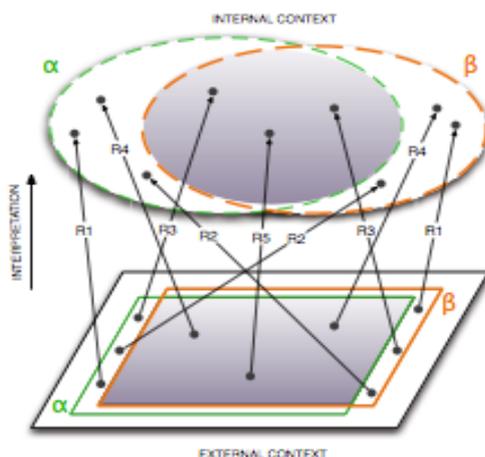


FIGURE 5 - RELATIONS CONTRAINTES ENTRE CONTEXTES EXTERNES ET INTERNES D'APRES VAN WISSEN ET AL. (2013)

1.1.4 Le contexte interne et le Transfert

Parmi les travaux portant sur les contextes internes, ceux liés à la théorie du transfert d'apprentissage sont, sans doute, les plus populaires. Ce modèle cognitif présente

l'apprentissage comme une succession de trois phases : Contextualisation / didactique contextualisée / didactique contextuelle. Popularisé par Meirieu (1998) et Tardif (1999) et par Van Oers (1998), ce modèle s'appuie sur la relation conceptuelle du général au particulier et propose les passages de l'un à l'autre comme modèle cognitif. Ce modèle dynamique des contextes internes a été, en sciences, souvent interprété comme soutenant les pratiques enseignantes de démonstrations menant à des théorèmes ou lois puis à des exercices d'application.

1.1.5 La notion de contextualisation didactique en didactique des langues

Les travaux menés au sein des didactiques des langues sont, à bien des égards, apparus comme précurseurs de l'étude des relations entre contexte et didactique. A propos des contextes langagiers, Blanchet, Moore et Rahal (2008) proposent de distinguer les travaux relevant des didactiques contextuelles de ceux des didactiques contextualisées. Il regroupe sous le vocable de didactique contextuelle, les travaux de recherche visant à expliquer la didactique par l'étude de contextes. Les didactiques contextualisées sont celles qui proposent des didactiques intégrant les contextes. Au-delà de la tension existante entre recherche descriptive et recherche « action », il est possible de retrouver ici un écho à l'évolution décrite à propos des modèles en fleurs : l'étude des relations entre un objet et ses contextes.

Blanchet et al. (2008) définissent la contextualisation didactique comme « objectif et moyen d'apprendre des usages effectifs dans des situations de communication (contextes authentiques) produites ou initiées en situation de classe (contextes pédagogiques) de façon réaliste (contexte social) ».

La contextualisation est, pour ces auteurs, un objet véritablement didactique, il s'agit réellement d'un « apprentissage de la prise en compte des contextes » par les élèves. Cette approche didactique de la contextualisation est, pour une grande part, transposable à didactique des sciences. Elle constitue une référence originelle dans les travaux portant sur la contextualisation didactique en sciences qui seront abordés dans la description de mon itinéraire de recherche.

1.1.6 Technologies numériques éducatives et systèmes de tutoriels intelligents

Le développement des technologies numériques éducatives n'a pas toujours mis en avant la diversité des élèves, des situations d'apprentissages. Par exemple, les modèles de xMOOC (Cisel et Bruillard, 2012), sont basés sur l'idée d'ouvrir les amphithéâtres au monde. Ce principe dévolu totalement la gestion des contextes aux apprenants. Pourtant, le potentiel d'adaptation du numérique aux contextes est un des enjeux actuels du développement du numérique éducatif. Par exemple, Stockless (2019) reprend l'idée d'ouverture des murs de la classe mais cette fois pour emmener les élèves d'une classe à la découverte du monde grâce aux technologies éducatives. Si la prise en compte des contextes dans le numérique éducatif pose la question de la pédagogisation de la vie quotidienne (Sefton-Green, 2016) de nombreux chercheurs en Intelligence Artificielle travaillent à développer de systèmes tutoriels intelligents (Nkambou, Gouardères et Woolf, 2005 ; Nkambou, Bourdeau et Mizoguchi, 2010 ; Bourdeau et Grandbastien, 2011) prenant en comptes les savoirs (Henri, Gagné, Maina, Gargouri, Bourdeau, et Paquette, 2006) et les cultures (Wu, Nkambou et Bourdeau, 2013).

L'idée de « compétences pour le 21e siècle » est une réflexion qui a été développée par l'OCDE en 2008 (Ananiadou et Claro, 2009) puis a été reprise et adaptée par plusieurs auteurs (Ouellet et Hart 2013 ; Roméro, 2016 ; Lamri, 2018). Roméro propose de retenir la collaboration, la résolution de problèmes, la créativité et la pensée informatique comme principales compétences que doivent développer les élèves actuels (Figure 6). La question porte alors sur l'utilisation optimale des technologies éducatives pour permettre l'acquisition de chacune de ces compétences.

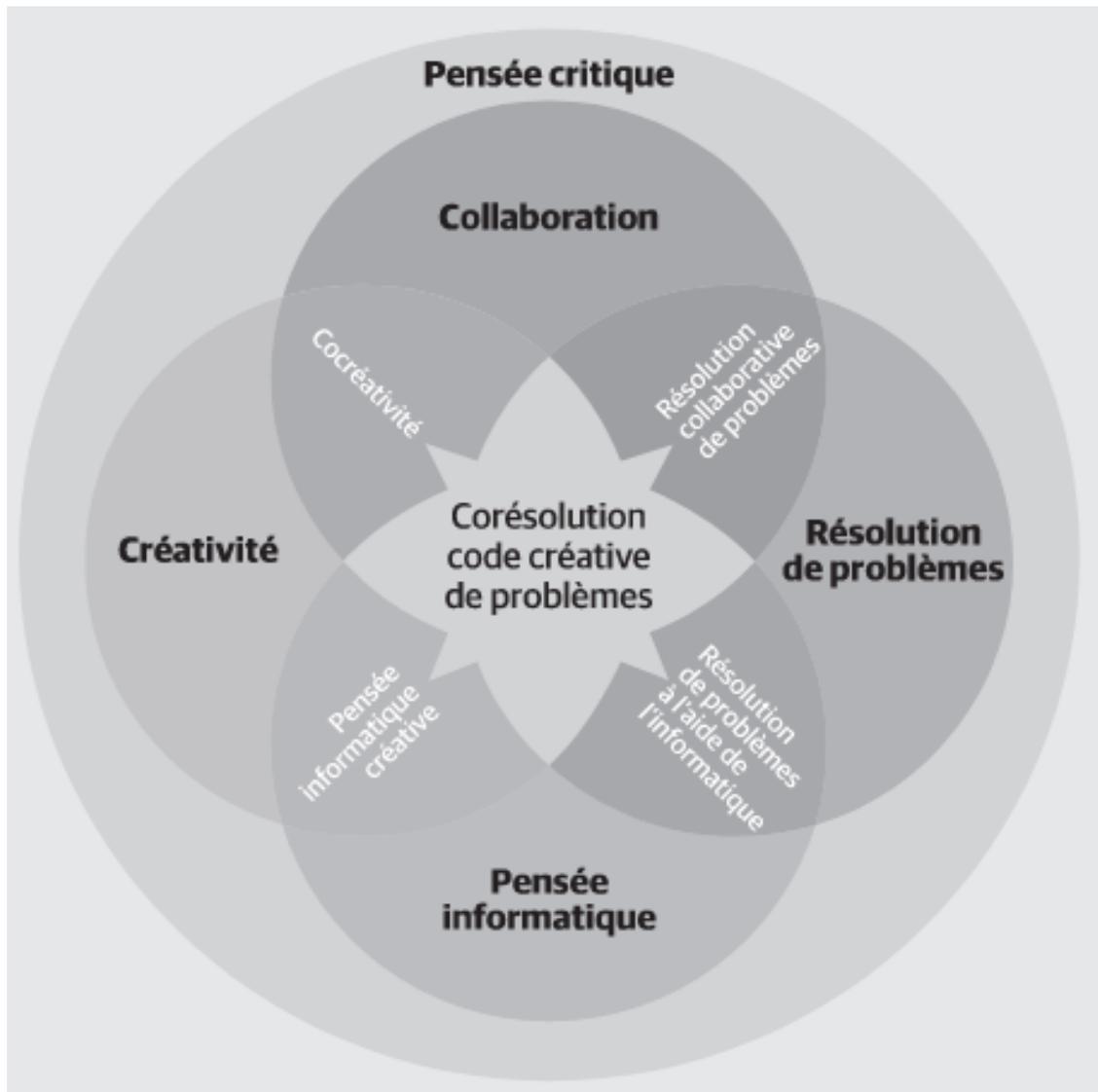


FIGURE 6 - LES CINQ COMPÉTENCES POUR LE 21^E SIÈCLE (ROMERO, 2016)

1.1.7 Design-Based Research et contexte

Le Design-Based Research (DBR) est une méthodologie de recherche relativement récente mais à présent bien reconnue pour sa pertinence dans des projets de développement d'environnements technologiques en éducation. Comme son nom l'indique, il s'inspire de la science du design, et est orienté vers la conception d'artéfacts ; il réunit les préoccupations théoriques et les considérations de terrain pour le développement de solutions.

Les travaux fondateurs ont débuté dans les années 2000, principalement grâce au collectif DBR en 2003 (The Design-Based Research Collective, 2003), à l'article de Barab et Squire (2004), celui de Wang et Hannafin (2005), et celui de Herrington et al. (2007). Depuis

2010, le DBR a pris de l'importance comme en attestent par exemple les articles de Kim et Hannafin (2011) et de Anderson et Shattuck (2012). Certains articles spécialisés en apprentissage des sciences méritent spécialement l'attention (Sandoval et Bell, 2004).

La première caractéristique du DBR est le double but recherché : l'avancement des connaissances théoriques et la conception itérative d'une solution, les deux éléments étant considérés comme un ensemble unique. Le DBR considère fondamental de développer la théorie en lien étroit avec la pratique, et de développer les nouvelles solutions pratiques en lien avec la théorie. La deuxième caractéristique est le mode in situ pratiqué tant au titre de la collaboration avec les acteurs du terrain que pour les tests et micro-expérimentations conduits lors des différentes phases. Ce que l'on pourrait appeler le « moteur » du DBR sont les itérations, qui permettent de questionner les résultats préliminaires et intermédiaires, et de tester de nouvelles idées (théoriques et de conception) lors de l'itération suivante (Fig. XXX). Ainsi, l'extrait d'une itération devient l'intrant de la suivante, jusqu'à ce que les résultats obtenus soient satisfaisants en lien avec la question de départ. Enfin, le DBR se veut flexible au titre des techniques de recherche mises en œuvre lors des différentes itérations, mettant l'accent sur leur pertinence rigoureuse pour le résultat recherché. Le DBR a été traduit en français par Sanchez et Monod-Ansaldi (2015) sous le titre de « Recherche collaborative orientée par la conception » qui insistent sur la dimension collaborative du DBR.

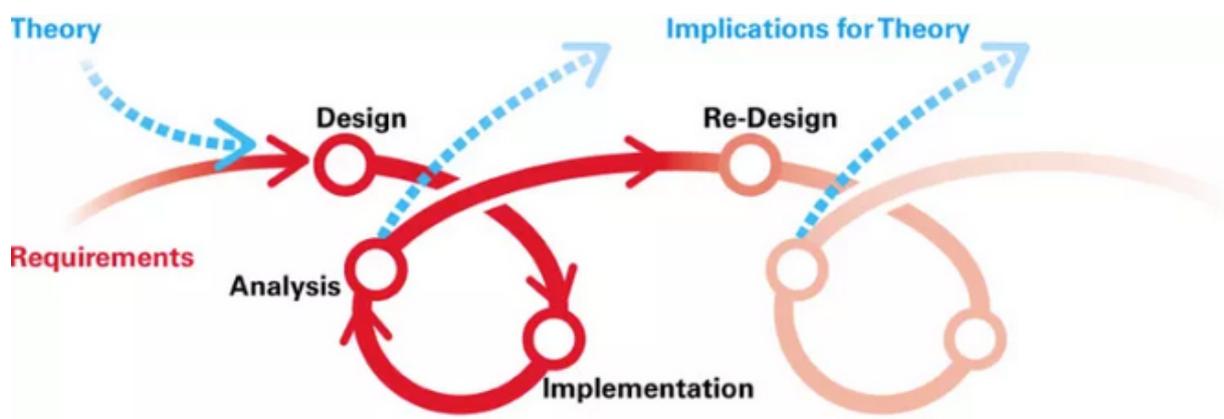


FIGURE 7 - PRINCIPE ITERATIF DU DBR D'APRES FRAEFEL (2014).

Le DBR permet une centration sur les questions de rapport au contexte. Dans le cadre du projet Technologies Educatives pour l'enseignement en contexte (TEEC), qui est

présenté dans la partie itinéraire de recherche, il permet à la fois de valider des hypothèses formelles sur l'émergence d'effets de contextes et d'ajuster l'outil de modélisation et la scénarisation au fur et à mesure des itérations menées sur le terrain. Par exemple, lors des premiers scénarios, la constatation que les groupes homologues ne parvenaient pas collaborer étroitement, par-ce qu'ils avaient besoin de mieux se connaître à conduit à ajouter une séance de visioconférence entre équipes homologues de présentations individuelles en plus des présentations de classes qui se déroulent lors de la première séance.

1.2 La contextualisation et ses relations aux concepts fondamentaux de didactique des sciences et des mathématiques

1.2.1 Effet de contexte, effet de contrat

Au-delà de la perception, le terme d'effet de contexte fait pour tout didacticien, écho au concept d'effet de contrat proposé par Guy Brousseau en 1982 à l'école d'été de didactique des mathématiques (Brousseau, 1983). Les effets de contrat y apparaissent comme des révélateurs du contrat didactique implicite. Par analogie, l'effet de contexte peut apparaître comme le révélateur d'écart de contextes entre différents acteurs éducatifs.

Le contrat didactique sera défini (Brousseau, 1998) comme la double intelligence de l'attente de l'enseignant et de l'apprenant. Ce mécanisme, en miroir de la compréhension de l'attente de l'autre, ne trouve qu'un écho imparfait dans le cadre de l'effet de contexte pensé comme un événement émergent de la confrontation de deux conceptions.

J'ai retenu le terme d'effet de contextes pour cette analogie dans le sens où l'effet de contrat est un événement qui révèle les règles métacognitives qui sous-tendent le contrat lui-même. L'effet de contexte révèle également un état implicite fait de la non similitude des contextes internes de deux porteurs de conception.

L'effet de contexte peut paraître plus large et s'inscrire plus facilement dans l'idée d'action conjointe (Sensevy et Mercier, 2007 ; Sensevy, 2011) et de la coopération entre élève et enseignant dans un même contexte externe mais exploitant des contextes internes différents.

1.2.2 Effet de contexte et Question Socialement Vive

Les questions socialement vives (QSV) proposent un modèle actuel d'enseignement qui partage de nombreux points communs avec les enseignements basés sur les effets de contexte. Selon Legardez et Simonneaux (2006), les QSV se définissent, en premier lieu, par trois niveaux de vivacité (dans la société, dans les savoirs de référence et dans les savoirs scolaires) mais également par leur nature ouverte (pas de réponse valide unique) et complexe (elles mobilisent différentes formes de savoir). Plusieurs travaux portant sur les

QSV observent la contextualité des réponses obtenues par questionnaires (Simonneaux et Simonneaux, 2009 et 2011).

La QSV est interprétée au travers de la vivacité des questions c'est à dire en lien avec les contextes socio-scientifiques en présence. D'autre part, certains travaux portant sur la contextualité des conceptions mettent en évidence l'importance de la vivacité d'une question sur un territoire comme hypothèse explicative de leurs résultats (Anjou, 2018). Dès lors, la question de la complémentarité et du rapprochement de ces approches est posée. Au-delà de la métonymie entre l'objet et son enseignement induite par son titre, le Tableau 1 dresse une comparaison entre les questions socialement vives et les effets de contextes à travers leurs champs de références, la description de l'objet, sa didactisation et les objectifs épistémologiques associés.

Tableau 1 - Comparaison QSV EDC

EDC		QSV
Didactique des langues	Champs de référence	Science et société
Rapport à l'observation		
Questions environnementales		Questions environnementales
CONTRASTE		VIVACITE
Représentations sociales	Objet Décrit	Société
Ecart des modèles enseignés		Savoirs de référence
Contextes externes		Savoirs scolaires
DIVERSITE		CONTROVERSE
Investigations croisées	Didactisation	Débat
Argumentations		Argumentations
Affects		Affects
Conceptions complexes		Conceptions complexes
Problèmes ouverts		Problèmes ouverts
Universalité des sciences	Objectifs épistémologiques	Epistémologie sociale
Modélisation didactique		Controverse

Les QSV en Sciences font partie des recherches étudiant les relations entre sciences et société, elles font notamment référence aux travaux portant sur les questions éducatives des « socioscientific issue » (Zeidler, Sadler, Simmons et Howes, 2005 ; Sadler, Barab et Scott, 2006). Les travaux portant sur la contextualisation font plus volontiers référence aux travaux issus de didactique des langues (Blanchet et al, 2008 ; Albi, 2006 ; Anciaux, 2008 ; Bolékia-Boléka, 2011) mais s'inscrivent également, pour les sciences expérimentales, dans les réflexions questionnant le rapport au réel (Bachelard, 1938), l'observation scientifique (Guichard, 1998) et le modèle dans l'enseignement (Martinand, 1992 et 1994a ; Sanchez, 2008).

La relation aux questions environnementales est importante pour les QSV (Simonneaux et Simonneaux, 2008) comme pour les effets de contextes. Pour ces derniers, la dimension naturaliste semble plus importante dans les sciences de la vie et de la terre.

Si la vivacité est centrale dans la définition des QSV, c'est parce qu'elle renvoie à l'idée de controverse scientifique, sociale et didactique. Cette vivacité peut sembler trop faible ou trop grande et faire l'objet d'ajustement dans certains dispositifs didactiques. C'est la vivacité de la question qui s'impose aux études menées ou qui sert de critère pour choisir les QSV mises en place. Ce qui, dans le cas des effets de contextes, semble pouvoir être comparé à la vivacité est l'idée, centrale dans les enseignements basés sur les effets de contexte, de contraste. C'est, en premier lieu, la présence de contextes externes contrastés qui fonde ce type d'enseignement. Par exemple, une géothermie haute température comme en Guadeloupe se différencie de la géothermie basse énergie de Montréal tant par les procédés d'extraction que par le type de production.

La controverse scientifique se décline dans les situations didactiques mises en place dans les QSV autour de variations du débat argumentatif. Elle met en œuvre des problèmes ouverts et mène à la construction de conception complexe. Les objectifs épistémologiques associés à ces controverses s'inscrivent logiquement dans les épistémologies sociales possiblement kuhnienne (Kuhn, 1962). L'asymétrie des contextes s'articule plus aisément avec des investigations collaboratives. Elle produit également des débats argumentatifs et des synthèses portées par des problèmes ouverts et des conceptions complexes. Les objectifs épistémologiques portent sur les limites des modèles, sur la faiblesse des relations entre particulier et général de l'inductivisme et sur les limites de l'universalité des sciences (Prigogine et Stengers, 1978).

1.2.3 Le contexte externe et les apprentissages authentiques

Les apprentissages authentiques visent à valoriser la place de véritables problèmes dans les enseignements de sciences (Donovan, Bransford et Pellegrino, 1999 ; Schwartz, Lederman, et Crawford, 2004). Ces problèmes (Achtenhagen, 2003) doivent apparaître pour les élèves comme complexes et porteurs de sens. Par nature, ces enseignements sont situés et font place à une investigation guidée (Roth, 2005). Les apprentissages authentiques attachent une grande importance au fait d'inscrire l'enseignement des sciences dans des démarches d'investigation réelles, mettant les élèves dans de véritables situations de résolution de problème.

King, Winner et Ginns (2011), proposent de poursuivre ces travaux en proposant des « context based approach » (CBA) qui sont définies comme une « *initiative that aims to improve student interest and motivation without diminishing conceptual understanding is the context-based approach. [...] A context-based approach is when the "context" or "application of the science to a real-world situation" is central to the teaching of the science. In such a way, the science concepts are taught on a "need-to-know" basis; that is, when the students require the concepts to understand further the real-world application*³ » (King et al, 2011). L'importance fondamentale (Orion et Hofstein, 1994) de situer ces enseignements à partir du terrain est également très présente dans les CBA. L'exemple typique consiste à construire un cours de chimie à partir du recueil de l'eau d'un cours d'eau proche du Lycée. Les élèves mèneront alors l'analyse des polluants éventuels présents dans cette eau et en tireront des conclusions et recommandations. Le contexte pris en compte ici est celui de l'environnement naturel des élèves. Il sert de base de leur enquête et permet de construire des connaissances contextuelles en lien avec l'environnement proche des élèves. Pour King (2011), les CBA jouent positivement sur l'investissement des élèves, sur la complexité des situations.

³ Une initiative qui vise à améliorer l'intérêt et la motivation des élèves sans diminuer les apprentissages notionnels. Dans une CBA, le « contexte » ou « l'application de la science à une situation authentique » est mise au centre de l'enseignement scientifique. De cette manière, les concepts scientifiques sont enseignés sur la base du "ce qu'il faut savoir"; c'est-à-dire lorsque les étudiants ont besoin des concepts pour mieux en comprendre l'application au monde réel.

1.2.4 Conception en didactique des sciences

La notion de conception a été préférée en didactique des sciences à celle de représentation jugée trop polysémique. Les travaux sur cette notion ont pour objectifs d'identifier les connaissances préalables des apprenants, les difficultés d'apprentissage et les acquis après enseignement. Cependant, les recherches sur cette notion ont mis en exergue une grande diversité de termes, entrant chacun dans un paradigme plus ou moins partagé. À titre d'exemple, le débat entre les termes de « représentations » et « conceptions » a nourri la construction sociale de la didactique des sciences, mais ces deux termes sont désormais parfois utilisés sans distinction. Pour Clément (2010), les représentations sont plutôt utilisées dans le domaine social, et seraient un reflet du monde, extérieur à son porteur. Pour cet auteur, les représentations sociales (au sens de Jodelet, 2015) sont construites par addition des conceptions individuelles, alors qu'un système d'émergence semble plus propice à modéliser l'apparition de nouveaux attributs en changeant d'échelle.

Les conceptions sont la structure organisée des connaissances portées par un individu à propos d'un objet d'étude ou d'un concept. En d'autres termes, on peut imaginer qu'il s'agit de l'univers mental (Tiberghien, 2003). La dimension temporelle met en avant l'idée selon laquelle les conceptions évoluent dans le temps lors du développement psychologique et cognitif et lors de l'apprentissage.

Selon Balacheff (1995), « *une conception est une connaissance à l'état d'équilibre dynamique en interaction sujet / milieu* ». La rupture de l'équilibre, générée par un problème par exemple, conduit à un changement, ou à une réorganisation dans la structure des connaissances.

La conception d'un individu relativement à l'objet étudié dépend également du contexte de l'objet et de la situation dans laquelle il se trouve. La confrontation entre les conceptions de l'apprenant et un apport externe peut générer une réaction dans l'esprit de l'individu. Cette réaction peut prendre la forme d'un conflit cognitif, entre sa conception de l'objet étudié et l'information transmise, dans une situation d'apprentissage.

Nous abordons cette idée de conflit de manière plus large comme étant une confrontation entre les conceptions d'un apprenant et tout autre savoir remettant en cause les conceptions portées initialement par l'apprenant (conception d'une tierce personne,

observation réelle, hypothèse, résultat d'expérience). L'organisation des connaissances préalables se modifie vers une nouvelle organisation.

Selon Giordan (1987), toute personne possède sa propre vision du monde qui l'entoure. Les objets, les formes, les couleurs peuvent être perçus différemment en fonction de la personne, de son genre, de ses habitudes, de sa manière de penser, de son environnement.

1.2.5 Les conceptions selon le modèle KVP

Le développement des « éducations à » a nécessité de construire une définition adaptée des conceptions. Ces nouveaux apprentissages, telles que l'éducation au développement durable, à la santé, ou encore à la citoyenneté, ont en commun qu'elles n'ont pas pour seul objectif de transmettre des connaissances mais également de sensibiliser (en rendant conscient les apprenant de leurs valeurs implicites) et de faire changer les pratiques individuelles et sociales. Le modèle KVP (Figure 8) permet de prendre en compte les connaissances (K), les systèmes de valeurs (V) et les pratiques sociales de références (P).

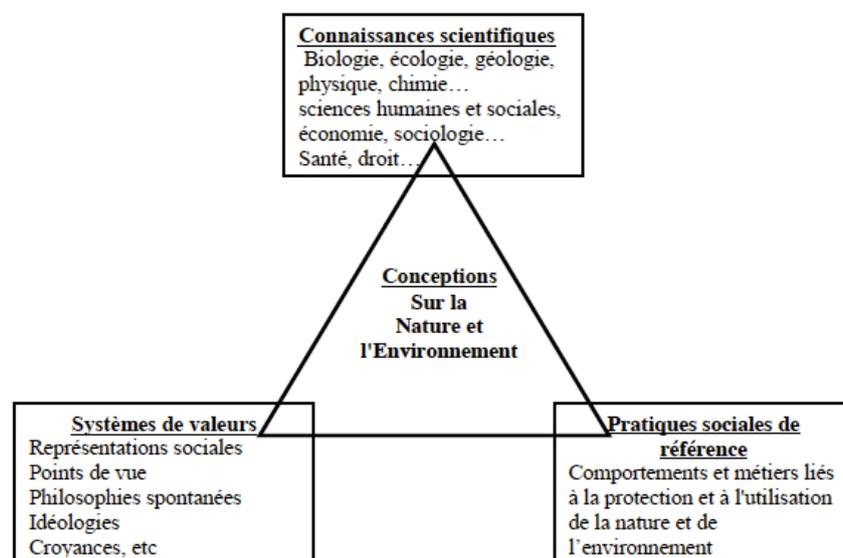


FIGURE 8 - PREMIERE DEFINITION DE KVP (FORISSIER, 2003)

La conception est, dans le cadre de l'éducation à l'environnement, définie comme une fonction de ces trois domaines, ce que Forissier (2003) note « $C = f(K,V,P)$ ». Ce KVP est

pensé comme un outil opérationnel construit pour l'élaboration et l'analyse de questionnaires visant à comparer les conceptions sur l'environnement de trois pays européens.

La notion de KVP est dès l'origine pensée comme s'inscrivant dans une chaîne de transposition (Verret, 1975, Chevallard et Joshua, 1982 ; Chevallard, 1985) (Figure 9).

En 2010, Clément propose une reformulation de la relation entre KVP et les transpositions didactiques et médiatiques (Triquet, 1994) en insistant sur les rétroactions nombreuses de cette chaîne qui devient un cycle.

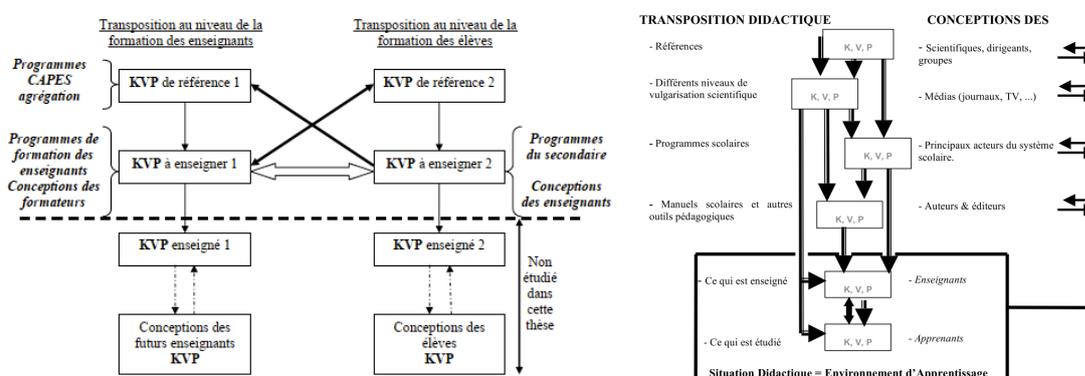


FIGURE 9 - KVP ET TRANSPPOSITION (D'APRES FORISSIER 2003 A GAUCHE ET CLEMENT 2010 A DROITE)

1.2.6 Modélisation et enseignement des sciences

Les modèles peuvent être conçus dans une opposition entre le réel et le théorique. Buty, Tiberghien et Le Maréchal, (2004) opposent deux mondes. Celui de l'activité de modélisation dans la classe peut être décrit comme une mise en relation de ces deux mondes, alors que celui des objets et des événements correspond à ce qui relève de la réalité expérimentale, au monde des théories et des modèles. Ces derniers sont, pour ces auteurs des outils qui permettent d'agir sur la réalité.

Tiberghien (2017) (Figure 10) analyse les relations entre Physique et vie quotidienne au sein de ces deux mondes en les faisant figurer doublement.

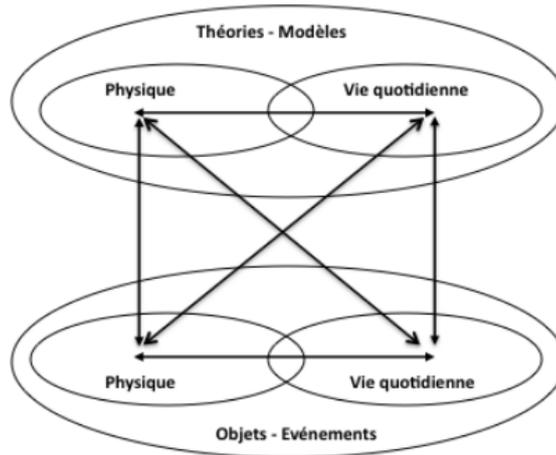


FIGURE 10 - LES RELATIONS ENTRE PHYSIQUE ET VIE QUOTIDIENNE AU TRAVERS DES DEUX MONDES

Le modèle proposé par Martinand (Martinand, 1992, 1994) confie au registre du modèle la place d'outil de médiation entre deux autres registres, l'empirique (constitué d'objets et de phénomènes et d'actions sur ces objets) et le registre cognitif où se situent les éléments théoriques et épistémiques mobilisables par l'apprenant dans une situation.

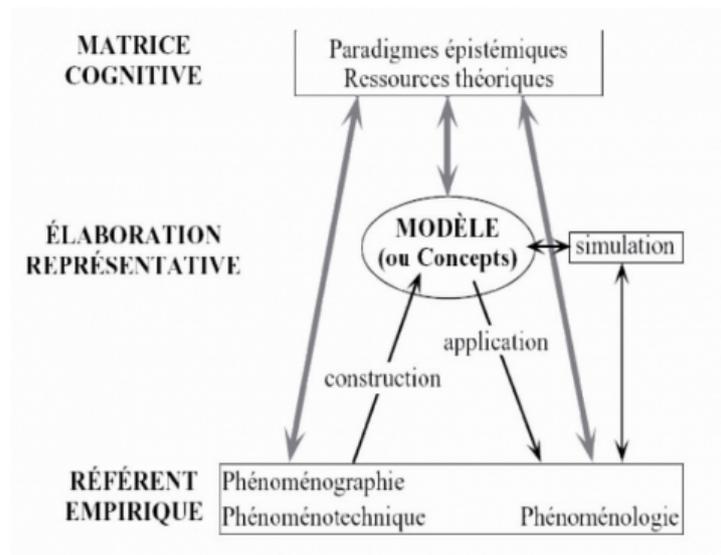


FIGURE 11 - LE MODELE DANS L'APPRENTISSAGE DES SCIENCES D'APRES MARTINAND (1994)

Cette proposition sera reprise par Sanchez (2008) dans le cadre de la didactique de la géologie comme un outil d'analyse de situation. Le registre théorique est pour ce dernier constitué de « règles générales qui permettent à l'élève de se construire une théorie de la discipline ». Il emploie l'expression « registre théorique de l'élève » pour désigner les propositions que l'élève tient pour vraies.

On perçoit à travers ces travaux de didactique de la physique et de la Géophysique que la double relation contextuelle-universelle et empirique-théorique est loin d'être partagée selon les modèles épistémologiques (Chalmers, 1990) sous-jacents (Figure 11).

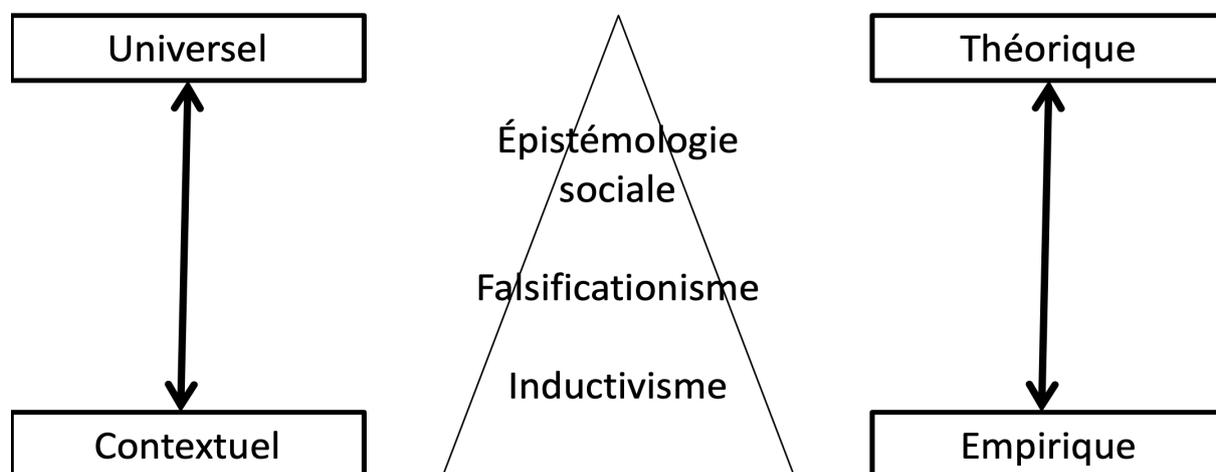


FIGURE 12 - PARALLELE ENTRE LES RELATIONS UNIVERSEL CONTEXTUEL ET THEORIQUE EMPIRIQUE SELON LES EPISTEMOLOGIES

Dans une perspective inductiviste, la proximité entre les deux relations présentées dans la Figure 12 sera très grande. L'empirique est fait d'observations particulières et contextuelles, les théories d'objets généraux. Les deuxièmes sont élaborés par induction à partir des premiers, il s'agit d'une relation de généralisation. On passe du théorique à l'empirique par déduction logique. Il y a une forme de superposition entre les relations contextuel-universel d'une part et empirique-théorique d'autre part.

Dans une approche falsificationniste (Popper, 1963), les théories sont en premier lieu des conjectures, elles sont confrontées ensuite à l'empirique dans l'objectif de tester leurs falsifiabilités. Pour l'apprentissage, il est difficile de défendre les théories comme construites à partir d'observations empiriques. Par contre le modèle, qui n'est pas directement conjecture, peut être envisagé comme construit à partir de l'empirique (processus de phénoménographie) et comme en permettant la compréhension (processus de phénoménologie). La relation théorique et empirique est une question de nature épistémique et une relation d'échelle (dans le sens contextuel / général) de manière secondaire. Dans une certaine mesure, le fait d'être général n'est pas une qualité pour une conjecture car plus elle est précise, plus son degré de falsifiabilité est grand et plus elle est

plausible. Le parallèle de la Figure 12, devrait paraître peu pertinent pour un falsificationniste.

Pour les épistémologies sociales, le parallèle n'a dans l'ensemble pas de sens sauf à définir le général comme socialement admis et le contextuel comme individuel. Pour Prigogine et Stenger (1978), l'universel est un mythe qu'il faut combattre, la science est contextuelle jusque dans sa construction (ils posent par exemple la question de savoir quelle pourrait être une physique élaborée par des dauphins). Pour Khun (1962), la généralité d'une théorie peut être un argument positif lors d'un changement de paradigme.

Les didacticiens de la biologie ont investigué ces objets avec des approches différentes. Pour Orange et ses collaborateurs, à propos de la comparaison entre le réel de terrain et le réel de laboratoire (Orange, Beorchia, Ducroq et Orange, 1999), c'est le terrain qui représente l'objet d'étude principal ; l'expérience met en jeu un matériel annexe que les modèles et le cadre théorique permettent de rattacher à cet objet d'étude ». Pour Orange (2000) ; Ligozat et Orange (2017), le modèle est relié au problème de mise en concordance entre faits et théorie. Il insiste sur le fait que le modèle doit être du côté de la problématisation. Le « modèle solution » risque de rechercher des « trajets » qui ne seraient que factuels. Il est vrai que dans l'enseignement de la biologie, le modèle est parfois utilisé comme validation à la place du réel.

Pour Savy (2005), c'est l'exemple prototypique qui fait obstacle à la compréhension de la notion d'os. Elle étudie des dessins d'enfants (Figure 13) qui représentent à la place des os plats du crâne, des os « prototypiques » ressemblant aux « nonos » des dessins animés ou des pavillons de pirates. L'opposition général – particulier n'a pas lieu ici, il s'agit soit du rapport entre symbole et concept soit d'un exemple contextuel généralisé comme s'il était modèle.

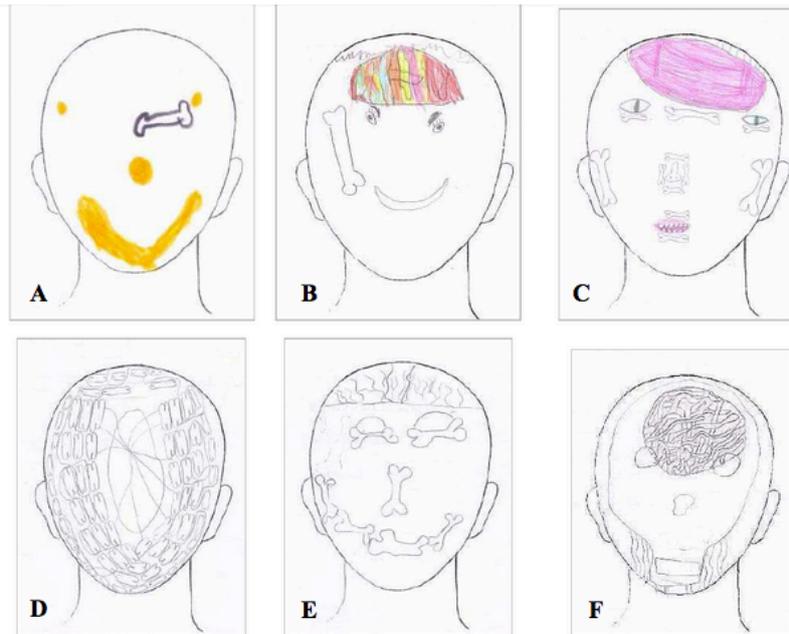


FIGURE 13 - DESSINS D'ENFANTS D'APRES SAVY (2005)

On peut noter que les pratiques linguistiques en Biologie confondent volontiers exemple et modèle, On parlera souvent du modèle Xénope ou poisson zèbre en biologie du développement, du modèle drosophile en génétique.

1.2.7 Contextes, didactiques des sciences, comparaison de systèmes et spécificités sociales

Mises à part les approches basées sur les contextes, très peu de travaux liés à l'enseignement des sciences font référence explicitement aux contextes. C'est pourtant le cas de plusieurs ouvrages dont les auteurs sont majoritairement situés à Taïwan.

« Science Education in International Contexts » est le titre d'un ouvrage coordonné par Cheng et So en 2011 et organisé en trois parties portant sur la compréhension des concepts scientifiques par les apprenants, la manière de rendre les sciences plausibles pour les étudiants et la formation des enseignants. En fait, seuls trois textes (Yuengyong, Jones ; Sung Owg et Liu, Mann ; Treagust) questionnent les relations entre compréhension et territoires à travers la comparaison entre lieux différents portant notamment sur la Thaïlande et la nouvelle Zélande à propos du concept d'énergie. La quasi-totalité des chapitres traite des contextes institutionnels et parfois sociaux ou épistémologique (nature des sciences).

Concernant l'éducation à la santé en contexte, le constat est manifestement différent. Le livre « Health éducation in context » (Taylor, Littlely, Quinn et Coll, 2012) présente un plan par continent (avec une représentation importante de l'Asie). Les travaux portant sur les conceptions des élèves et la promotion de la santé sont systématiquement associés aux territoires.

Concernant les travaux menés au sein de la Caraïbe, Bastick et Ezenne (2003) ont coordonné un ouvrage intitulé « Teaching caribbean Students » en présentant des approches sociologiques visant à décrire les spécificités des élèves de la caraïbe anglophone.

1.2.8 Conceptions scientifiques et études culturelles

Des travaux de didactiques des sciences et d'épistémologie mettent en défaut l'universalisme de l'enseignement des sciences. Les travaux sur les « Indigenous Science Education » (traduit généralement par « l'enseignement des sciences en milieu autochtone ») développés au Canada (Snively et Corsiglia, 2001 ; Michell, 2009) présentent essentiellement des pratiques éducatives adaptées à des publics particuliers. Nos travaux s'inscrivent dans la suite de ceux portant sur les conceptions culturelles (Vasniadou, 2008) et en particulier sur le lien entre l'environnement et les conceptions des apprenants situés dans un environnement particulier par rapport au concept étudié, comme par exemple le concept de cycle de l'eau chez les enfants de bédouins (Ben, Assaraf, Eshach, Orion et Alamour, 2012). En France, les travaux de Ailincal et Crouzier (2010) sont précurseurs en ce qui concerne les spécificités de l'enseignement en Guyane et en particulier sur les pratiques éducatives dans un contexte multiculturel. Certains travaux comme ceux de William, Sandoval, Aletha et Harven (2011) s'intéressent aux apprentissages de biologie selon les contextes écologiques en collège urbain, mais centrent le questionnement sur l'effet du rapport à la nature sur la motivation des élèves vis-à-vis de l'enquête scientifique.

2 Itinéraire personnel de recherche

Formé à la didactique des sciences et ayant réalisé une thèse de doctorat sur les valeurs implicites dans la formation des maîtres en éducation à l'environnement, mes premiers travaux ont porté sur des analyses comparatives de conceptions de futurs enseignants en France, au Portugal et en Allemagne. Si les questions environnementales d'une part et les relations entre conceptions et cultures d'autre part se retrouvent tout au long de l'itinéraire que je décris ici, ce sont les rapports entre didactiques des sciences et contextes qui structurent cette présentation.

Recruté comme maître de conférences en 2004 à l'IUFM de Guadeloupe, la première demande de mon institution était de créer la préparation au CAPES externe de SVT. Dans ce cadre, les enseignements de biologie que j'ai mis en place devaient répondre à une double nécessité : former des étudiants à la biologie à partir d'exemples des Antilles que je maîtrisais faiblement et les mener à la réussite à un concours national où la connaissance des espèces ainsi que de la géologie hexagonale était quasiment les seules attendues (bien qu'insistant sur le besoin d'illustrer les leçons par des échantillons, le jury du capes ne propose aucune fleur tropicale dans ses collections).

Deux ensembles de questionnement me sont alors apparus dignes d'intérêt didactique. Le premier est fondé par la confrontation à une écologie nouvelle pour moi, par les relations existantes entre ces espèces, par les spécificités physiologiques étudiées mais également par la découverte que beaucoup de modèles scientifiques qui m'avaient été enseignés comme universels ne s'appliquaient simplement pas en Guadeloupe. On peut citer ici la plupart des phénomènes biologiques liés à la saisonnalité notamment les cycles écologiques des étangs, les repères de dendrochronologie, les processus de germination des graines ou la répartition des espèces en fonction des saisons.

Le deuxième est relié à ma pratique enseignante, pendant laquelle de nombreux incidents ou simplement événements notables dont l'apparition est liée aux contextes et qui semblent apparaître sans trouver d'explication dans les théories didactiques existantes.

Ce type d'événements, très fréquents, que nous appelons par la suite effet de contextes, n'est pas limité à l'enseignement des sciences et technologie mais il y est nettement plus présent que nous le supputions au moment de la création du Centre de Recherches et de Ressource en Education et Formation (CRREF), équipe interdisciplinaire visant à étudier les relations entre didactiques et contextes.

Les premiers travaux qui seront présentés ici, évoquent la contextualisation didactique en sciences. Il s'agit de travaux théoriques comme un cadre opérationnel d'analyse construit en collaboration avec Antoine Delcroix et Frédéric Anciaux et de travaux empiriques que je considère comme initiaux et qui sont globalement inscrits dans une approche transpositionnelle. Ces travaux portent sur l'éducation au développement durable et sur la géothermie à Bouillante - Guadeloupe. Même si le terme d'effet de contextes est historiquement apparu lors de ces premiers travaux, je les sépare ici des travaux de la deuxième sous-partie qui ont servi à réellement construire ce concept et qui portent sur la nutrition des plantes épiphytes, les saisons climatiques et l'orientation de la lune dans le ciel.

L'émergence des effets de contextes, en premier lieu perçu comme des incidents voir des obstacles épistémologiques (Bachelard, 1938), va, grâce à mes collaborations avec Jacqueline Bourdeau, devenir un phénomène perçu comme positif et à partir duquel nous cherchons à construire des situations d'apprentissage. Ce moment d'inversement de paradigme a mené à l'élaboration des projets Gounouy, Géotref, TEEC et Form@link dont la présentation constituera la troisième sous-partie, consacrée aux enseignements basés sur les effets de contextes.

2.1 La contextualisation didactique en sciences

2.1.1 Un cadre d'analyse opérationnel

Avec Antoine Delcroix et Frédéric Anciaux, nous avons proposé un cadre d'analyse opérationnel des phénomènes de contextualisation didactique. En avant-propos, ce travail se place dans la suite des travaux menés en didactique des langues (Blanchet et al, 2008 ; Albi, 2006 ; Anciaux, 2008 et Bolékia-Boléka, 2011). Ces travaux précisent la différence entre les analyses de didactiques contextuelles et les travaux de didactique contextualisée. Les premières mettent en question les interactions entre les activités d'apprentissage, d'enseignement ou de formation et le contexte de déroulement de ces activités. Les travaux de didactiques contextualisée sont, quant à eux, orientés ingénierie didactique, et portent sur la contextualisation de l'intervention didactique par l'élaboration de ressources didactiques et pédagogiques.

2.1.1.1 La contextualisation, un phénomène de transposition

Le premier apport de ce travail est de proposer une modélisation des phénomènes de contextualisation s'inscrivant dans une chaîne de transposition parallèle (Figure 14). L'enjeu est de présenter un modèle qui ne postule pas la contextualisation comme adaptation d'un référent à des situations particulières. Nous décrivons un processus à l'œuvre de manière inévitable inhérent aux interactions d'enseignement ou d'apprentissage plus ou moins présent en fonction des contrastes de contextes dont il a été question dans la première partie.

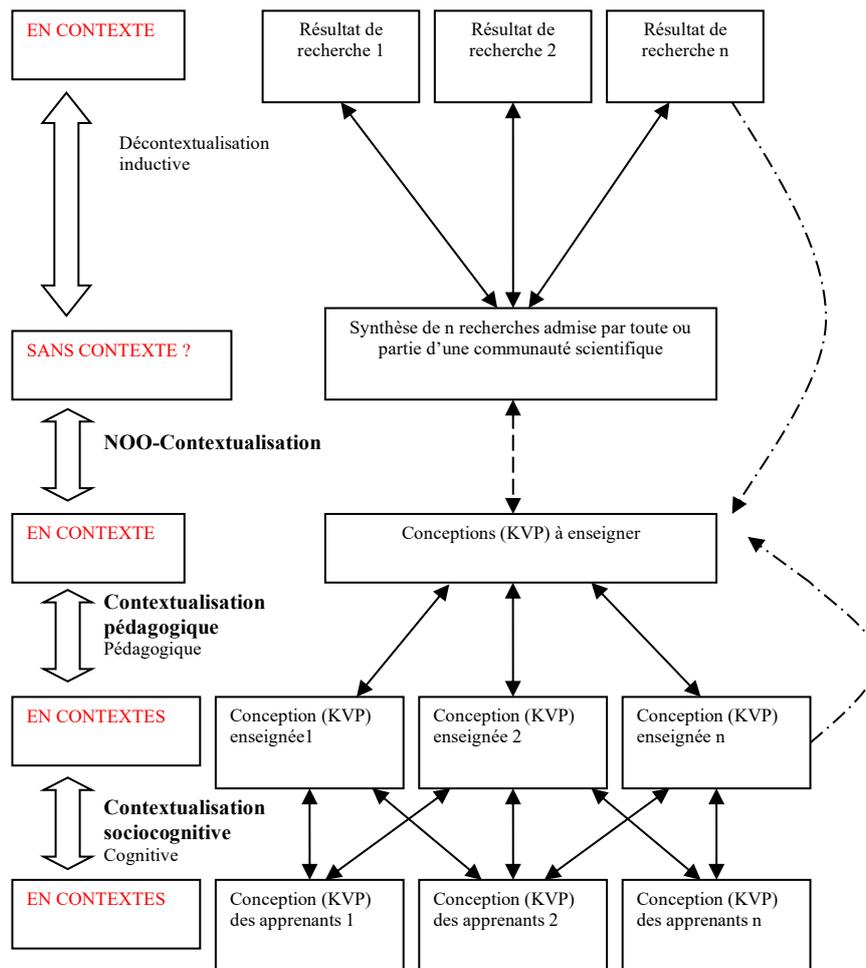


FIGURE 14 - CONTEXTUALISATION ET TRANSPOSITION

Cette proposition définit trois processus de contextualisation que nous allons étudier successivement.

2.1.1.1.1 La noocontextualisation

La noocontextualisation est présentée comme une contextualisation opérée par l'institution scolaire sous l'effet de contraintes internes (qui peuvent être liées à son fonctionnement) et externes (plutôt liées aux attentes supposées de la société, aux progrès scientifiques, etc.). En science, cette noocontextualisation est soumise aux contextes naturels et sociétaux internes de la noosphère. Les savoirs à enseigner sont pleinement contextuels tant vis-à-vis des pratiques enseignantes, des cohérences internes aux programmes et des enjeux éducatifs identifiés par la noosphère. Ainsi, on proposa aux

élèves de terminale S jusqu'en 2012 d'étudier la subduction à partir des marqueurs présents dans les Alpes. Cette pratique a été scrupuleusement respectée en Guadeloupe pourtant zone de subduction active mais où les sujets de baccalauréat sont importés d'académies hexagonales. Il est souhaité que les pratiques des enseignants s'appuient sur des questionnements d'élèves nés de leurs rapports à la nature. L'explication des saisonnalités, de la répartition des êtres vivants, de la germination des graines et de la vernalisation sont logiquement sélectionnées pour l'élaboration des prescrits nationaux mais restent sans lien les questionnements issus de l'observation d'écosystème tropicaux. Cet état de fait perdure dans les pratiques alors que les instructions officielles françaises sont actuellement beaucoup moins précises sur les contenus en raison de rédactions autour des compétences par cycle. A l'inverse, nombre d'objets scientifiques, menant à des questionnements des enfants en Guadeloupe, ne sont pas retenus par la transposition interne. La nutrition des plantes épiphytes ou la notion d'arbre en sont des exemples souvent cités. Les prescrits nationaux et leurs évolutions régulières ne répondent pas uniquement aux phénomènes d'obsolescence des savoirs mais montrent clairement la dimension située dans l'espace et le temps de l'élaboration des savoirs à enseigner. C'est cette dimension que nous souhaitons étudier sous le terme de noocontextualisation.

2.1.1.1.2 La contextualisation pédagogique

La contextualisation pédagogique est alors décrite comme celle qui se produit lorsque des pratiques d'enseignement (pris dans un sens très large) se heurtent aux différents contextes d'apprentissages. C'est particulièrement à ce niveau que des effets de contextes peuvent surgir, ce qu'illustre la question de l'étude des phases de la lune, objet d'enseignement au primaire en France et largement répandu dans le monde.

L'inclinaison apparente de la lune par rapport au plan de l'horizon dépend de la latitude du point d'observation. Les modèles utilisés dans l'enseignement primaire français pour expliquer les phases de la lune ne tiennent pas compte de la latitude et proposent des croissants de lune verticaux. Ce choix est très proche de l'observable des pays de la zone tempérée de l'hémisphère nord, mais pas d'autres régions françaises d'Outre-mer. Il n'est justifié dans aucun manuel. Acioly-Régnier et Régnier (2009) ajoutent que :

« La reconnaissance des phases de la lune est construite sur la base d'une analogie entre les croissants de lune et les initiales des verbes croître et décroître. Force est de constater que cette approche n'aborde en aucune façon la conceptualisation du mouvement astronomique de la lune. L'accent est uniquement sur les signifiants qui permettent aux sujets de reconnaître une position de la lune sans aucune prise en compte des relations dynamiques. »

Ce moyen mnémotechnique ne peut s'appliquer aux Antilles françaises par exemple.

Une étude qualitative portant sur des enfants de Guadeloupe (Leurette et Forissier, 2009) leur demande d'expliquer la différence entre deux photographies de croissant de lune d'inclinaisons différentes. Les enfants interrogés ne réussissent pas logiquement à expliquer la différence entre les deux photographies et considèrent comme « vraie » la photographie correspondant au modèle d'enseignement plutôt que celle prise à leur latitude.

Si l'explication des phases de la lune est une notion intéressante à enseigner aux élèves de primaire, comprendre l'inclinaison de la lune serait sans doute éclairant pour beaucoup d'enfants de zone intertropicale (et pour leurs professeurs) qui côtoient des représentations de lune dans les médias (télévision, littérature de jeunesse, jeux vidéo, etc.) et à l'école (modèle des phases de la lune) qui ne correspondent pas aux observations naturelles qu'ils peuvent faire. Au terme d'une enquête sur des populations de France hexagonale, du Brésil et de Nouvelle Calédonie, Acioly-Régnier et Régnier (2009) formulent un constat analogue :

« (...) ces données mettent bien en évidence les rôles de figures prototypiques dans la conceptualisation des phases de la lune par des sujets lettrés. Dans la plupart des cas, il ne s'agit pas de symboles qui représentent l'expérience sensible, mais de figures qui sont prises comme un simple enregistrement d'images faisant obstacle à une conceptualisation de niveau plus élevé. »

Le mécanisme en jeu ici est lié à l'utilisation d'un modèle dont le référent empirique n'est pas en adéquation avec celui qui est accessible aux enfants, ce qui occasionne un effet de contextes. Il s'agit ici principalement de constats relevant d'analyses didactiques contextuelles.

Sans détailler plus avant ici la question de la contextualisation de l'apprentissage des phases de la lune, qui sera détaillée dans la partie sur les effets de contextes, il nous faut cependant souligner la difficulté de l'entreprise, mise en évidence par la présence d'un modèle dominant – dont le « véhicule » est la représentation graphique prototypique – et

par l'obstacle ainsi créé pour accéder au concept même de position relative des astres en fonction de la position de l'observateur. On perçoit que la contextualisation pédagogique réelle (nous dirons plus loin forte) ou « authentique » (Sauvage-Luntadi et Tupin, 2012 ; Vercruysse, Carlier et Paquay, 2007) est exigeante puisqu'elle demande de déplacer – ou compléter – l'objectif assigné par l'institution (ici comprendre les phases de la lune) avec le paramètre contextuel (ici comprendre l'inclinaison apparente de la lune) pour « résoudre » l'effet de contextes. »

Bien plus que l'adaptation du KVP (Voir partie 1.2.5) à enseigner dans une situation particulière la contextualisation pédagogique consacre l'enseignant comme acteur central de la prise en compte des contextes dans les enseignements, par le choix des modèles utilisés, de l'ordre de présentation des concepts scientifiques, des exemples et surtout des questionnements portés aux apprenants.

2.1.1.1.3 La contextualisation sociocognitive

Un des objectifs de l'enseignement des sciences (très présent dans le concept de culture scientifique et dans les parties introductives de chaque cycle⁴) est d'offrir aux élèves une compréhension scientifique du monde qui les entoure, de ce qu'ils peuvent observer. Or cet observable est différent selon le contexte didactique dans lequel se trouve l'apprenant. Un processus de contextualisation est donc en œuvre chez l'apprenant, dans la mesure où il contextualise ce qu'il apprend au regard de ce qu'il connaît. Nous proposons de nommer ce type de processus *contextualisation sociocognitive*. C'est, par exemple, sous-jacent dans le mécanisme décrit ci-dessus où la construction de certaines des conceptions des élèves est mise en évidence au travers de la fréquentation de modèles scolaires, culturels, ludiques, qui ne correspondent pas à leur observable. Ce terme de « *contextualisation sociocognitive* » rappelle celui de « *conflit sociocognitif* » en ouvrant, de plus, à d'autres éléments contextuels que ceux d'ordre sociologique, psychologique et langagiers.

Au-delà d'une approche purement cognitive issue des travaux de « *situated cognition* » (Brown, Collins, et Duguid, 1989), qui considèrent que toute action est située, et que toute

⁴ Pour le cycle 4 (arrêté de 9/11/2015), volet 2 « Contributions essentielles des différents enseignements et champs éducatifs au socle commun » le Domaine 4 « Les systèmes naturels et les systèmes techniques ».

situation est particulière, nous envisageons cette contextualisation en lien avec une situation didactique (Brousseau, 1998) particulière visant à transmettre des conceptions scientifiques identifiées dont les connaissances communes des apprenants liées au contexte sont en décalage par rapport aux attentes de l'enseignant, des manuels ou des programmes scolaires.

Ainsi, *Tillandsia adpressiflora* est une plante épiphyte de la famille des *Bromeliaceae* (au même titre par exemple, que les ananas) très courante en Guadeloupe. Elle peut s'observer sur de nombreux substrats : sol, tronc d'arbre, fils électriques. De jeunes collégiens guadeloupéens (Leurette et Forissier, 2009), ayant au préalable traité la nutrition des plantes, expliquent que cette plante peut être parasite (lorsqu'elle est sur un arbre mort) ou électrophage (lorsqu'elle est sur un câble électrique). Si les principes de l'autotrophie et de la nutrition des plantes sont importants pour tous les enfants, les liens épistémologiques entre ces concepts et celui d'épiphyte revêtent une importance pédagogique différente selon le contexte écologique des apprenants (voir partie 2.2.1).

Sur cet exemple, la contextualisation sociocognitive peut être perçue comme un obstacle didactique (Clément, 2003), dans le sens où elle induit des conceptions inattendues chez certains apprenants. Nous reprendrons également les termes de *conception* ou de *construct* (Giordan et De Vecchi, 1987). Ces termes mettent l'accent sur le fait qu'il s'agit d'un ensemble d'idées coordonnées et d'images cohérentes, explicatives, utilisées par les apprenants face à des situations-problèmes. Mais surtout, ils mettent en évidence que cet ensemble traduit une structure mentale sous-jacente responsable de ces manifestations contextuelles. Nous reprenons également ici l'idée d'une *conception complexe* formée par les interactions de connaissances, de valeurs et de pratiques sociales de références ainsi que le concept d'*objectif-obstacle* (Martinand, 1981, 1992) qui propose de repenser les obstacles épistémologiques dans l'élaboration des stratégies d'enseignement. Ainsi, les modalités de prise en compte de ces effets de contextes dans la mise en œuvre de stratégies visant à réduire certains décalages dans l'interaction impliquent des acteurs qu'il s'agit maintenant de prendre en considération.

Les questions d'une contextualisation épistémologique en amont de cette chaîne de transposition, ne sont pas du registre de l'analyse didactique. Pourtant l'idée d'universalité des sciences n'est pas en épistémologie une question close. Selon les auteurs suivants, elle

peut être restreinte à des méthodologies, des savoirs construits socialement ou totalement mise en question (Prigogine et Stengers 1978).

Quoi qu'il en soit, le savoir à enseigner est pour nous fortement contextuel, car il répond à des règles de transposition qui sont dépendantes des disciplines enseignées mais qui sont de trois types : scientifique (renouvellement des savoirs), didactique (cohérence des programmes, aptitude à fonctionner avec les pratiques sociales de référence) et politique (dimensions éducatives et prospectives). Cet ensemble explique que les prescrits sont souvent nationaux (ou provinciaux) et non mondiaux. Dès lors la question de la contextualisation ne peut se poser comme une adaptation d'un savoir universel à des contextes particuliers. Il s'agit pour nous d'un processus partant de savoir à enseigner contextuel et menant à des savoirs enseignés non moins contextuels. La question pertinente est celle de l'écart existant entre les contextes de ces différents savoirs. Selon les territoires, ces écarts sont plus ou moins grands, créant de fait, et au nom de l'égalité républicaine une iniquité didactique.

2.1.1.2 Contextualisation forte et contextualisation faible

Une deuxième modalité d'analyse des phénomènes de contextualisation est ensuite présentée. Elle répond à l'enjeu de fournir aux enseignants, apprenants et décideurs, un guide visant à analyser les documents et pratiques contextualisées. L'objectif n'est pas de construire une typologie en questionnant directement les pratiques enseignantes au travers des comportements observables. Nous tentons plutôt de décrire ces degrés de contextualisation dans une approche qui pourrait être comparée à de l'analyse du Pedagogical Content Knowledge de l'enseignant (Shulman, 1986), ou plus précisément à travers le filtre des connaissances pédagogiques, celles du sujet et celles du contexte. Ces degrés pourront être relatifs à un groupe d'enseignants, ou à l'analyse des instructions officielles de l'institution correspondante. Nous pensons que le croisement des deux approches est éclairant.

Nous proposons alors une classification très simplifiée, mais dont nous espérons, en raison même de sa simplicité, qu'elle présente un caractère opérationnel, repérable dans les pratiques effectives actuelles et testables dans des expérimentations futures. Dans un second temps, nous croisons ces degrés de contextualisation avec les différents niveaux de

transpositions précédemment présentés afin d'avoir une compréhension plus fine, complète et complexe du phénomène de contextualisation.

Une conception faible ou *kyòlòlò*⁵ à l'œuvre dans les phénomènes de contextualisation est représentée par la recherche par les enseignants ou les auteurs de manuels d'exemples locaux illustrant la connaissance du programme. Cette forme de contextualisation peut être agrémentée par une analogie médiatique qui utilise les mêmes registres. Il s'agit de l'adaptation pour des cibles particulières de nombreuses publicités (presse, télévision) par le simple changement d'illustration (décor et personnages) ou de codes (linguistique, culturel), alors que le message reste identique et donc, potentiellement, sans rapport avec le contexte dans lequel il est diffusé.

D'une manière plus précise, ce type de contextualisation correspond à la production de ressources pédagogiques où les illustrations d'origine sont remplacées par des éléments supposés être plus familiers aux publics ciblés. Ainsi en est-il de certains manuels de lecture où les enfants ont les cheveux crépus et dansent la biguine, sans pour autant aborder des aspects proprement didactiques liés, par exemple, à l'intégration des aspects phonologiques ou linguistiques dus à la présence de plusieurs langues sur le territoire. A la différence de Fathum-Sainton, Gaydu et Chéry (2010), qui s'interrogent sur les adaptations didactiques à opérer en milieu créolophone guadeloupéen. Les procédés évoqués donnent une couleur locale, aux outils pédagogiques, identique à celle recherchée dans l'analogie avec le monde publicitaire. Cependant, dans cette manière de faire, il n'est pas vraiment tenu compte du contexte didactique, puisque rien n'est dit sur les caractéristiques particulières de ces contextes ni, également, sur les conceptions des apprenants liées à ces contextes.

Tout à l'inverse, un processus de contextualisation pourra être qualifié de fort, ou de fortement contextuel, s'il prend le parti de repenser les curricula, les programmes, les manuels, les formations à travers l'ordre et la nature des notions enseignées en fonction des contextes didactiques concernés et de leurs caractéristiques générales.

Dans des zones comme la Guadeloupe, où l'histoire géologique est particulière et le risque sismique élevé, l'étude des phénomènes de convergence lithosphérique et de ses effets, gagnerait à être abordé plus tôt que sur le reste du territoire (cycle 4). Ceci impliquerait aussi de repenser le plan de formation des enseignants et la production de

⁵ Terme créole utilisé pour parler d'un café clair, peu concentré

ressources pédagogiques contextualisées et associées. C'est en repensant, dans les territoires où le risque sismique est élevé, l'ensemble de ce plan d'enseignement que pourraient être rendues plus cohérentes et plus précoces les actions éducatives.

Nous suggérons alors que les compétences à acquérir sur les questions de convergence lithosphérique par les élèves de Guadeloupe, de Martinique, de Saint-Martin ne sont pas nécessairement différentes de celles du territoire national, mais c'est bien la nécessité d'une éducation la plus précoce aux risques associés (et à leur importance sociale) qui justifierait une approche curriculaire contextualisée.

Nous observons, dans les processus forts de contextualisation, que d'autres paramètres contextuels s'ajoutent à la considération du contexte didactique proprement dit, conformément à ce que nous annonçons. Par exemple, l'enseignement de la géologie interagit avec le contexte social, avec le contexte économique (coût de la mise en sécurité des personnes et des biens, etc.) et avec le contexte politique (politiques nationales de prévention des risques naturels, etc.). Ces interactions font partie des contraintes qui pèsent sur le développement des didactiques contextualisées, ce que nous analyserons plus en détail sur les exemples d'EDD et de géothermie.

Les processus de contextualisations faibles et forts constituent une tension entre deux pôles opposés, alors que l'on peut concevoir un continuum entre ces extrêmes. L'existence de ces stades intermédiaires peut être illustrée à partir d'une observation d'un effet de contextes à la Réunion (Pourchez, 2009) dans une classe du primaire en mathématiques, sur la notion de moyenne. Un problème (extrait d'un manuel) s'appuie sur l'exemple du TGV, moyen de transport inconnu de plusieurs élèves. Cependant, en faisant appel à son environnement, un élève relie ce sigle à Andry Rajoelina, président de Madagascar, connu pour son ascension politique fulgurante, provoquant un effet de contexte de type lexical (Thérouanne, 2000) qui ne serait qu'anecdotique si on ne pouvait multiplier ce genre d'effets quasiment à l'infini.

Sur cet exemple, il faut noter la pertinence, dans le contexte de l'Hexagone, de la référence au TGV, à la fois comme symbole de réussite technologique, mais surtout parce que les vitesses moyennes obtenues sont significatives en raison de distances parcourues (de l'ordre de quelques centaines de kilomètres) et de temps de parcours (de l'ordre de quelques heures). La contextualisation faible pourrait consister ici dans le remplacement de la référence au TGV par un moyen de transport plus familier des élèves (l'autocar en

Guadeloupe), c'est-à-dire effectuer un simple changement d'habillage (Bichara, 2003, 2004) à l'intérieur du même champ conceptuel, celui de la vitesse. On note qu'on ne s'interroge pas, alors, sur la conception des élèves sur les notions de distance et de temps. Qu'en est-il dans des territoires exigus (comme Saint-Martin ou Saint-Barthélemy), ou de ceux où certaines écoles sont accessibles uniquement à pied (à la Réunion ou en Guyane) ? La notion de vitesse moyenne n'est peut-être pas la plus pertinente pour l'apprentissage du concept de moyenne. Dès lors, la question posée peut être double, soit celle assez radicale de l'efficacité des habillages pour la compréhension de concepts mathématiques (Bichara, 2003), soit celle de la recherche d'habillages adaptés à l'environnement de l'élève, mais aussi de l'ordre, de la nature et de l'articulation des connaissances et des compétences scolaires et de celles des élèves.

Pour rendre plus opérationnelle cette description, il reste à définir des critères complétant ceux proposés dans les exemples développés ci-dessus pour analyser les contextualisations et qualifier leur degré. L'élaboration de grilles d'analyses didactiques contextuelles, à mettre à l'épreuve à l'aide d'enquêtes sur les productions pédagogiques et didactiques est une piste de travail encore à exploiter. Nous proposons de croiser l'approche de contextualisation selon des degrés de contextualisation avec celle de l'inscription dans le réseau de transposition de conception.

Les contextualisations faibles sont des réponses à des questions d'adaptations de l'enseignement qui peuvent provenir, en premier lieu, d'une noosphère, lorsque les textes incitent, par exemple à la compréhension de l'environnement local. Elle peut venir aussi du désir d'un professeur d'agir efficacement, lorsque celui-ci se rend compte de l'inadéquation des illustrations du manuel. C'est le cas pour les phases de la lune déjà citées. Elles peuvent, enfin, venir d'une volonté de rapprocher les conceptions de l'apprenant de celle du manuel, à la manière d'une contextualisation par l'habillage, et non d'une contextualisation du contenu du message. C'est ce qui s'opère dans le remplacement d'illustrations photographiques d'un manuel, dans un souci que nous pourrions presque qualifier d'esthétisant. De cette analyse rapide de ces processus de contextualisations faibles, il ressort bien que les trois étages du réseau de transposition ne sont que superficiellement concernés.

À l'inverse des faibles degrés de contextualisations, les processus forts opèrent sur l'ensemble des mécanismes de transposition. En effet, ils supposent en premier lieu un

retour sur les prescrits. C'est ce que montre le développement effectué plus haut sur l'enseignement de la sismologie avec la nécessaire association, d'apports de connaissances scientifiques en liaison avec l'éducation aux risques majeurs.

2.1.1.3 Contraintes de la contextualisation et profils disciplinaires

La dernière proposition de Delcroix et al. (2013) est celle qui a été la moins reprise jusqu'à aujourd'hui. Elle présente pourtant un moyen de comparer les contextualisations selon des disciplines d'enseignements ainsi qu'une explication génétique des différences de modalités de contextualisation entre ces disciplines. Trois catégories de contraintes (épistémologique, sociale et didactique) sont proposées et intégrées dans la perspective de construire des profils disciplinaires.

2.1.1.3.1 Une contrainte épistémologique : la question de l'universalité des sciences et des disciplines

La dimension universelle de la science a été postulée de longue date et l'on peut citer Sorel (Hinds, 2000) ou Descartes (Mazliak, 2005) comme précurseurs. Cette caractéristique est alors liée à la nécessité d'un dieu créateur dont les règles sont générales. Cette universalité posera l'une des bases idéologiques à la science positive du XIXe siècle et à l'idée de vérité scientifique. Par la suite de nombreux épistémologues comme Hegel (Fleischmann, 1968) et Bacon (Gontier, 2006) ont également considéré l'universalité de la science comme une caractéristique fondamentale. En France, les mathématiques, dans le mouvement bourbakiste et dans celui des mathématiques modernes (D'Enfert et Gispert, 2011), illustrent cette affirmation, par l'objectif affiché de rendre son unité à une science que son développement dispersait : les mathématiciens devaient utiliser les mêmes concepts et le même langage dans l'ensemble de ses branches, conduisant à préconiser de parler de la mathématique et non des mathématiques (Revuz, 1965).

En opposition, Prigogine et Stengers (1978) remettent fondamentalement en question l'universalité des sciences dans « la nouvelle alliance » en consacrant une première partie de cet ouvrage au « Mirage de l'universel ». Cette idée sera reprise par Fourez et Larochelle (2004), autour de la place de la tribologie dans ce que serait une physique inventée par des dauphins, et concluent qu'elle serait différente dans ses fondements car

liée au contexte (aquatique) de ses inventeurs. D'autres positions sont notables comme celle de Paty (1999) qui reprend et défend l'idée d'une science universelle en termes de démarche et de fonctionnement social (communautés scientifiques mondiales) souhaitables et efficaces.

Si elle est discutée en philosophie des sciences, l'idée d'une science universelle reste partagée par beaucoup d'acteurs du système de l'enseignement. Cette conception tend à jouer comme une contrainte à l'adaptation de l'enseignement des sciences dans le sens où elle mène à réserver la possibilité d'une contextualisation au seul niveau pédagogique.

2.1.1.3.2 Des contraintes sociales : égalité formelle de l'école républicaine et représentations sociales de différentes disciplines

Dès les lois de 1881 et 1882 élaborées par Jules Ferry, ministre de l'instruction publique, l'école républicaine s'est construite autour de la nécessité de propager les valeurs de la République. Si les objectifs de transmission des connaissances (Meirieu, 1998) et d'éducation citoyenne (Gaillard, 2000) ont perduré jusqu'à aujourd'hui, la double idée d'égalité de l'école (au sens de la même école pour tous) et de l'égalité sociale par l'école, couramment acceptée actuellement, n'était sans doute pas première dans la pensée de Jules Ferry qui déclarait le 28 juillet 1885 : « Je répète qu'il y a pour les races supérieures un droit, parce qu'il y a un devoir pour elles. Elles ont le devoir de civiliser les races inférieures. » De nos jours, il est admis que l'école possède le devoir de permettre une plus grande égalité sociale. Une fois dressé le constat d'échec (au moins relatif) d'une école « formellement égale pour tous » dans ce rôle (Duru-Bellat, 2001, 2002), la question porte alors sur la manière de faire évoluer le système afin que l'école républicaine puisse répondre à cette attente sociale.

C'est donc une forme de contextualisation du jeu pédagogique liée au contexte social qui est proposée, mais qui n'interroge pas le contexte dans sa globalité, selon l'approche que nous envisageons, et qui ne conduit pas à revenir sur les prescrits, mais « s'accompagne au quotidien d'un abaissement des exigences de la part du maître » comme le notent également Butlen, Pezard et Masselot (2006).

C'est là où intervient une des formes de résistance à la mise en œuvre d'enseignements contextualisés : c'est la crainte que la contextualisation ne soit le mot à la

mode cachant, en fait, un décrochage dans les exigences pour des disciplines (ou simplement des notions) à l'égard desquelles s'exprime une attente sociale forte, en particulier des parents.

2.1.1.3.3 Contraintes didactiques : les conceptions disciplinaires des enseignants sont forgées par l'ensemble du système

Un certain nombre de contraintes à la contextualisation ne sont pas issues de conceptions ni sur la discipline (résistances épistémologiques) ni sur l'école et l'enseignement (résistances sociales) mais liées à des conceptions de la discipline qu'ont les différents acteurs du système. Cela peut tenir à la formation initiale des professeurs ou à leur parcours personnel et professionnel. En Guadeloupe, un enseignant de biologie, formé en métropole pendant ses études supérieures sur La flore de France, de Suisse et de Belgique (Bonnier, 1909), sélectionné par un concours dont le jury ne possède pas de fleurs tropicales aux épreuves d'admission, utilisant les manuels nationaux, ne trouvera pas forcément les ressources documentaires disponibles et ne choisira donc pas ses exemples d'écologie dans l'environnement immédiat des élèves même si cela est recommandé par son inspecteur. Qui plus est, s'il intervient en lycée, il hésitera possiblement à utiliser des exemples locaux, de crainte de défavoriser ses élèves au baccalauréat. Ici, les contraintes didactiques rejoignent les contraintes sociales, lorsque ces dernières s'inquiètent de l'égalité des chances.

Ainsi, les contraintes didactiques sont majoritairement liées aux pratiques sociales de références, ainsi qu'aux connaissances en contexte que possède l'enseignant qui sont fortement conditionnées par la formation (initiale, continue, personnelle), les outils (manuels, livre de la bibliothèque, documents internet) et les consignes (hiérarchies, prescrits...) dont il dispose.

2.1.1.4 Profils de contextualisation didactique

Les différentes disciplines d'enseignement ne sont donc pas soumises aux mêmes contraintes, ce que les exemples précédents montrent. Comme illustration (Figure 15), il est possible de comparer les mathématiques, les SVT et les LCR. Les mathématiques sont

perçues comme une discipline fondamentalement universelle (forte résistance épistémologique), importante pour les attentes sociales en termes de sélection et de réussite (très forte contrainte sociale), mais ne présentent pas de contrainte didactique particulièrement importante grâce aux nombreux travaux de didactique et aux habitudes d’habillage des problèmes que possèdent les enseignants. Les SVT présentent un profil bien différent : la volonté de se définir comme une science universelle semble partagée par beaucoup d’acteurs du système (forte résistance épistémologique), les difficultés d’adaptations aux contextes locaux sont nombreuses pour les enseignants (forte résistance didactique). Cette discipline ne jouant qu’un rôle assez secondaire dans la réussite scolaire, les parents n’en font généralement qu’un enjeu mineur : ainsi, la contrainte sociale est (le plus souvent) assez faible. L’enseignement des LCR répond, aujourd’hui en Guadeloupe, à une véritable demande politique et sociale (résistance sociale faible), même si des différences sont à noter en fonction des groupes sociaux par exemple, défendue sur un registre de droit à la spécificité (contrainte épistémologique faible). Par contre, les corpus scientifiques et outils d’enseignement sont en cours de stabilisation (contrainte didactique encore forte mais sans doute en diminution).

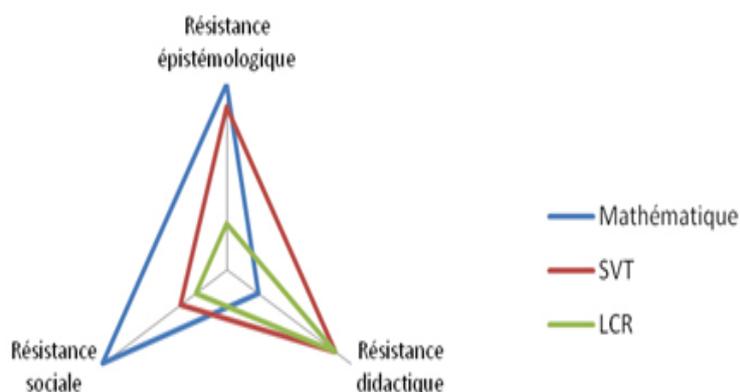


FIGURE 15 - EXEMPLE DE PROFIL DE TROIS DISCIPLINES

La Figure 15 illustre l’idée de profils de contextualisation selon les résistances, différents selon les disciplines, qui correspondent à des conceptions (KVP) variées des acteurs du système éducatif sur celles-ci. Ces profils peuvent être établis pour un niveau scolaire, pour une discipline d’enseignement ou un système éducatif donnés. De plus, les mécanismes de contextualisation didactique fonctionnent différemment selon les types de

profil. Par exemple, malgré la réforme du baccalauréat qui vise à modifier profondément les plans d'enseignement et d'évaluation en mathématiques, il semble que de nombreux parents choisissent les filières mathématiques et scientifiques. En d'autres termes, les résistances sociales perdurent (les pratiques de noocontextualisation y sont donc difficiles et risquées politiquement), tandis que les contextualisations pédagogiques et sociocognitives y sont plus réalisables.

2.1.1.5 Synthèse

Au-delà des trois propositions de cadre théorique, deux écueils se dressent. Le premier est lié au constat que tout enseignement est effectivement plus ou moins contextualisé, et qu'il existe donc un danger de banalisation, au sens de l'oubli des caractéristiques particulières des situations qui nous intéressent : la rencontre (parfois niée, rarement assumée et construite) ou la confrontation (selon les périodes) de plusieurs cultures, de conceptions issues de milieux naturels différents, dans une situation d'apprentissage ou d'enseignement. Le second écueil surgit alors : c'est le risque de remplacer le débat scientifique, didactique et pédagogique sur la question des didactiques contextuelles par un débat militant, politique, identitaire ou religieux. En Guadeloupe, l'instituteur Gérard Lauriette (praticien de la contextualisation didactique dans les années soixante) fut déclaré fou par l'institution, et radié comme tel, en premier lieu parce qu'il dérangeait l'ordre établi (Combé, 2011). D'un autre côté, on note l'intrusion d'éléments idéologiques (politiques ou religieux) ou étroitement nationalistes, véhiculés par les élèves, les parents, les associations, les responsables politiques locaux, dans ce débat. Le chercheur, alors, peut se sentir comme pris entre deux feux, celui d'être considéré comme un militant par la communauté scientifique à laquelle il appartient, et comme un tiède par la société sur laquelle il travaille (dont il peut, ou non, être reconnu comme membre), parce que la posture du chercheur demande une distance critique.

Si cet arrière-plan politique (et polémique) nous semble devoir être mentionné, il ne doit pas faire oublier les véritables enjeux des questions de contextualisation didactique, dont l'échec scolaire actuel, le défaut d'estime de soi, l'insertion sociale et professionnelle.

Une partie des concepts liés à la contextualisation présentés ci-dessus vont maintenant être illustrés à travers deux travaux portant sur l'éducation au développement durable en Guadeloupe et sur les conceptions sur la géothermie à Bouillante.

2.1.2 La contextualisation de l'éducation au développement durable (EDD)

Ma collaboration avec Thierry de Lacaze (Thèse de doctorat soutenue en 2015) a produit une description détaillée de contextualisation dans le cadre de l'éducation au développement durable (EDD). Le contexte externe étudié est celui de l'archipel de la Guadeloupe. Ce travail est organisé en trois parties visant à identifier les particularités environnementales sur ce territoire, les manières dont elles sont prises en compte par le système éducatif local et enfin, leurs présentes dans les conceptions des élèves de cycle 3.

Ainsi, ce travail reprend l'idée d'étudier la contextualisation à partir des conceptions de trois types d'acteurs : des acteurs économiques et sociaux, des acteurs du système éducatif et des élèves. L'objectif est de préciser les objets de contextes identifiés par chacun de ces acteurs, de les comparer et de proposer une description systémique de la contextualisation de l'EDD en Guadeloupe.

Le choix de l'EDD s'est imposé pour deux raisons. Il correspond aux compétences antérieures de Thierry de Lacaze et de moi-même ainsi qu'à de nombreuses attentes particulières sur les Caraïbes. D'autre part, les pratiques en EDD reposent souvent sur des projets pédagogiques et le sujet est propice à la prise en compte des contextes.

2.1.2.1 Présentation

L'EDD fait partie depuis 2004 des enseignements obligatoires au cycle 3 du système éducatif français. En raison de sa dimension environnementale, l'EDD fait une large part aux relations avec les territoires en prenant, en principe, appui sur les réalités de l'environnement proche des élèves. Dans le cadre des travaux menés sur l'étude des relations entre les enseignements et les contextes, le travail de Thierry de Lacaze possède pour objectif de décrire la prise en compte des contextes dans l'EDD en Guadeloupe.

Le postulat de départ consiste à identifier des particularités contextuelles, appelées « objets de contexte », définis par des acteurs du développement durable, afin d'établir un

guide visant à analyser les dimensions contextuelles des enseignements en lien avec le développement durable d'une part et des conceptions des élèves d'autre part.

En termes méthodologiques, pour identifier et décrire ces objets de contextes, des entretiens semi-directifs auprès d'acteurs locaux ont d'abord été réalisés. Ensuite, une étude descriptive du système éducatif basée sur des analyses de contenus des projets pédagogiques, de ressources mobilisées ainsi que sur des entretiens avec des enseignants permettent d'appréhender les contours de l'EDD dans les classes de cycle 3 de Guadeloupe. De plus, une enquête par questionnaire a été menée auprès d'un échantillon représentatif de plus de 600 élèves de CM1 et CM2 de l'académie de Guadeloupe.

Les objets de contexte apparaissent de manière forte et comparable dans les conceptions des acteurs sociaux et celles des élèves. Cependant, le système éducatif (enseignants et encadrement) ne s'en empare qu'à la marge, et les élèves semblent se confronter aux objets de contexte essentiellement en dehors de l'école, risquant ainsi d'opposer l'environnement de l'école (surtout exogène) et l'environnement de la véritable vie.

2.1.2.2 Acteur locaux et objets de contexte

Afin d'analyser les références aux contextes apparues lors des seize entretiens d'acteurs sociaux, nous avons proposé la notion d'objet de contexte, sorte d'unité élémentaire contextuelle. La question des objets de contexte renvoie à ce qui fait leur essence et leur singularité c'est-à-dire une carte d'identité d'un territoire. Nous avons repéré douze objets de contexte qui se distribuent dans huit thématiques du développement durable. Ils sont, chacun, traversés par une ou plusieurs thématiques. Ils se caractérisent, au-delà du fait qu'ils soient spécifiques à un lieu ou à un territoire, par leur dimension intégrative : ils se complètent, s'intègrent les uns aux autres mais ne forment pas des objets isolés. Ainsi, dans le cadre du développement durable, nous avons vu que les réponses apportées face à la confrontation aux objets de contexte peuvent être des adaptations (le dimensionnement des buses utilisées pour l'évacuation des eaux de pluie et aux normes européennes, n'étant pas prévu pour climats tropicaux, ou les normes Hautes Qualités Environnementales par exemple).

Tableau 2 - Nombre d'itérations relatives aux objets de contexte en fonction des thématiques du DD

Thématiques liées au développement durable	Objets de contexte											
	Climat	Socioculturel/Habitudes	Écologie/Environnement	Économie	Éducation	Gouvernance/Gestion	Institutionnel	Insularité	Social	Sociétal	Taille du territoire	Types d'espaces/de milieux
<u>Aménagement du territoire</u>	4	4	$\frac{1}{3}$	9	7	5	4	2	5	3	2	6
<u>Biodiversité</u>	3	3	$\frac{1}{6}$	6	7	5	2	4	4	2	2	6
<u>Socioculturel</u>	1	$\frac{1}{7}$	9	9	$\frac{1}{3}$	5	2	4	$\frac{1}{0}$	$\frac{1}{2}$	4	4
<u>Déchets</u>	2	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{6}$	6	4	$\frac{1}{0}$	7	5	2
<u>Eau</u>	$\frac{1}{0}$	5	4	9	3	$\frac{1}{1}$	6	1	6	1	3	3
<u>Énergie</u>	7	6	7	$\frac{1}{5}$	4	5	6	5	5	4	5	1
<u>Gouvernance</u>	0	3	5	4	2	9	4	1	3	2	2	1
<u>Pollutions</u>	2	3	$\frac{1}{0}$	4	3	5	5	1	1	2	2	1
<u>Transport</u>	0	4	7	6	0	6	1	3	5	4	5	2

Le Tableau 2 montre que les objets de contextes sont nombreux à apparaître lors des entretiens, ils couvrent toutes les thématiques du Développement Durable déterminées par la Délégation interministérielle à l'aménagement du territoire et à l'attractivité régionale (DATAR). La répartition des objets est concentrée autour des thèmes liés à la géographie physique, à la biodiversité, à la gestion des déchets et de l'eau, et aux aspects socioculturels. Les acteurs les spécifient comme étant soit des contraintes face auxquelles ils proposent des alternatives, soit des atouts sur lesquels la Guadeloupe peut/doit s'appuyer pour se développer durablement. Les acteurs soumis aux entretiens mentionnent les actions qu'ils pilotent ou accompagnent en exemplifiant les objets de contexte qui freinent ou qui

facilitent leurs pratiques. Leurs conceptions semblent parfois insuffisamment appuyées sur des connaissances scientifiques ou techniques particulièrement quand ils abordent d'autres secteurs que les leurs.

L'identification des objets de contexte permet l'élaboration d'une grille d'analyse des actions éducatives existantes. A partir de cette grille, nous pouvons estimer l'adéquation entre les objets de contexte repérés par les acteurs et leurs présences ou non dans les pratiques pédagogiques relatives à l'EDD.

Pour analyser la manière dont le système éducatif s'empare des priorités dressées par les acteurs locaux du DD, plusieurs stratégies d'enquêtes ont été combinées. La première porte sur les enseignants afin de mettre en perspective leurs conceptions, selon le modèle KVP présenté dans la première partie ; la seconde sur les ressources qu'ils déclarent utiliser ; la troisième sur les types, nombres et sujets des projets qu'ils déclarent animer ; la quatrième sur les formations en EDD proposées par l'Institution à l'attention de ses personnels au niveau local ; la dernière sur les pratiques de classes pour enseigner le DD.

Au cours des entretiens semi-directifs, les enseignants du primaire interrogés décrivent leurs pratiques EDD. Ces enseignants parlent de leurs pratiques personnelles et évoquent peu l'équipe pédagogique. Cela démontre que l'EDD est, au primaire en Guadeloupe, une affaire de l'enseignant dans sa classe avec ses élèves. L'EDD serait vécue comme « un enseignement comme les autres, avec un peu de morale en plus ». C'est une initiative généralement individuelle et peu de projets d'école ont un volet « EDD » dans cette académie. L'action « EDD » de ces projets est portée par un ou deux enseignants, rarement par toute l'école. Les enseignants enquêtés mentionnent peu des projets nationaux ou académiques mais nomment quelques partenaires à solliciter. Ils les identifient par rapport aux enjeux et aux problèmes locaux sur lesquels, l'action éducative doit/peut porter. Ils leur donnent du sens à travers leur système de valeurs comme des leviers qui légitiment cette éducation en contexte guadeloupéen.

Ces travaux montrent que ces enseignants perçoivent des objets de contexte comme faisant partie d'eux, comme intimes. Mais, dans le même temps, ils ne disposent pas toujours des connaissances nécessaires pour en parler aux élèves : ils opèrent donc des raccourcis pour gérer ce manque, et probablement assurer une gestion de classe sécurisée. La formation des enseignants en EDD reste et un point faible dans l'académie de Guadeloupe.

Les ressources documentaires locales pour le primaire existent, mais la communication sur et autour de ces dernières semble être insuffisante. Le recours à des recherches personnelles de ressources locales traduit une volonté de connaître des spécificités du territoire à enseigner (la biodiversité locale, les énergies renouvelables). Dans un contexte d'application différent du lieu où ont été établis les prescrits, les ressources « EDD » éditées au niveau national sont toutefois des refuges qui posent l'EDD comme le terreau d'acquisitions comportementales citoyennes qui n'interrogent ni l'espace, ni le temps. Ces enseignants sont toutefois conscients de l'importance du « local » et attribuent leurs difficultés, non pas aux contextualisations didactiques à effectuer, mais aux moyens logistiques (transports, ressources, documents, formations) absents ou inopérants.

2.1.2.3 Les dimensions contextuelles dans les conceptions d'élèves de Guadeloupe sur l'environnement

Pour appréhender les dimensions contextuelles dans les conceptions d'élèves de 10-11 ans scolarisés en Guadeloupe sur l'environnement, un questionnaire est élaboré. Ce questionnaire anonyme a été distribué en classe avec l'accord des enseignants. L'échantillon en grappes de 641 apprenants est représentatif des élèves de cette classe d'âge scolarisés sur ce territoire.

Nous allons successivement présenter les résultats concernant les conceptions sur les pollutions, avant d'analyser ce que ces résultats disent sur la contextualité des conceptions des élèves. Pour les élèves, les pollutions sont en premier lieu reliées aux déchets ménagers (Figure 16).

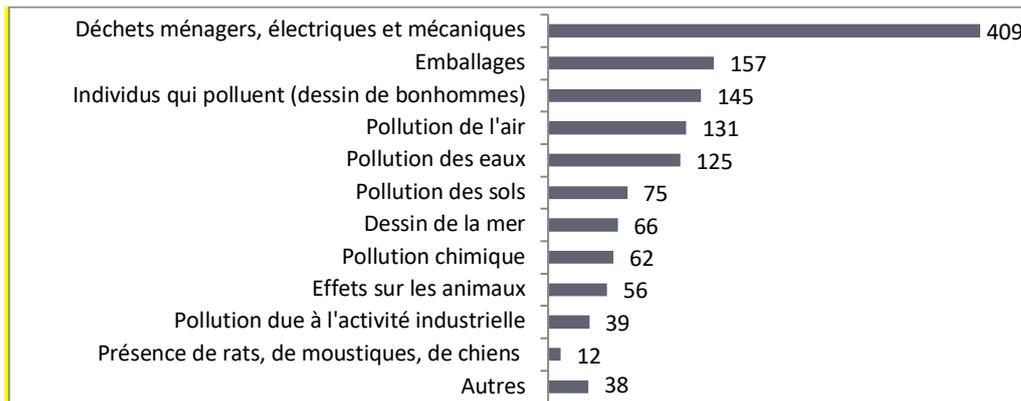


FIGURE 16 - SOURCES ET FORMES DE POLLUTIONS DESSINEES PAR LES ELEVES

La dimension contextuelle des situations présentées dans les dessins d'élèves est forte. L'action de deux individus qui se débarrassent de leurs déchets (Figure 17) en est un exemple. Un promeneur jette une boîte de jus et une personne dépose un sac de déchets qu'il a – probablement – emmené en voiture. C'est un endroit retiré où la végétation est assez présente.



FIGURE 17 - DESSIN DE LA POLLUTION FAIT PAR UN ELEVE ENQUETE

Les élèves ont une bonne connaissance de la biodiversité animale locale lorsqu'on leur demande où vit tel ou tel animal, mais ils n'utilisent pas ces animaux pour présenter des relations trophiques (Figure 17).

Tableau 3 - Nombre d'élèves positionnant le lieu de vie de cinq animaux reconnaissables par leur photo

					
Guadeloupe	438	286	61	36	95
France hexagonale	85	158	403	122	144
Afrique	117	190	160	479	369

Dans le Tableau 3, les cases grisées représentent les réponses attendues. Si l'Anoli est connu et observé de façon récurrente en Guadeloupe (68,44% des réponses), les Anolis sont des animaux largement répartis en Amérique du Sud et Amérique du Central, mais près de 40% occupent îles des Caraïbes (Russell et al 2013), les élèves reconnaissent moins facilement le racoon (45,11%) alors que son nom est connu. C'est un animal qui vit préférentiellement dans les exploitations agricoles et la forêt tropicale, moins dans les zones habitées par l'homme. Quoique que des élèves soient « en mesure de nommer une kyrielle d'animaux sans être en mesure de les reconnaître sur le terrain » (Houlou, 2007), nous constatons que la majorité d'entre eux positionnent les animaux sur les bons territoires. Cette connaissance semble provenir de l'expérience des élèves issue de la vie sociale car lorsqu'il s'agit de proposer deux exemples de réseaux trophiques existant en Guadeloupe, ces élèves se retrouvent en difficulté. Si un quart d'entre eux a évité cette question, la plupart des autres a énoncé des chaînes alimentaires soit qui concernent des animaux qui ne vivent pas sur ce territoire soit qui sont impossibles dans la nature (Figure 18).

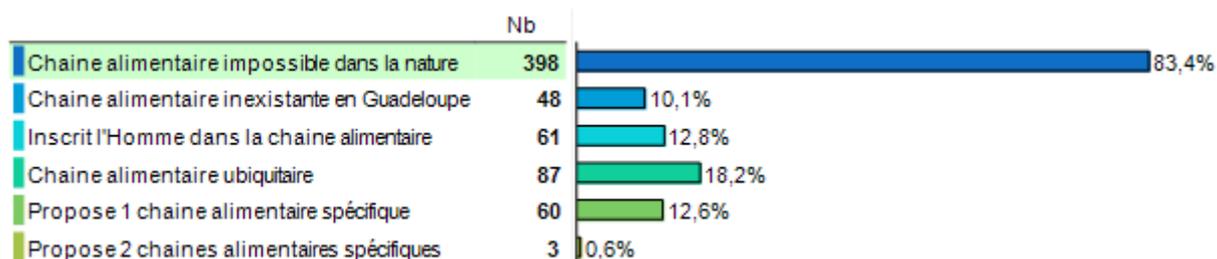


FIGURE 18 - PROPOSITIONS DE CHAINES ALIMENTAIRES CONCERNANT LES ANIMAUX VIVANT DANS LA NATURE EN GUADELOUPE

La mobilisation des connaissances pour proposer des réseaux trophiques repose sur des exemples d’animaux auxquels les élèves se réfèrent en essayant de les adapter au contexte environnemental local. La connaissance des écosystèmes et des relations entre les êtres vivants animaux et végétaux n’est pas maîtrisée par ces élèves. L’éducation relative à l’environnement à travers l’écologie locale se ferait donc sans poser le cadre des relations entre les êtres vivants.

Dans bons nombres d’exemples de relations trophiques, les élèves montrent la non prise en compte des écosystèmes pour situer les animaux dans un biotope. Les pélicans en Guadeloupe vivent sur le littoral et se nourrissent de poissons d’eau de mer. S’il est vrai que les golomines (petits poissons des mares) consomment des larves de moustiques, ils ne font pas partie des proies des pélicans sur ce territoire car ils ne fréquentent pas les mêmes espaces.

2.1.2.4 Les élèves sont conscients de la contextualité de leur environnement

Lors du questionnaire, les 641 élèves interrogés devaient indiquer parmi 17 sujets ceux qui leur semblaient importants pour le DD d’un côté pour la Guadeloupe et de l’autre pour la France hexagonale (Figure 19).

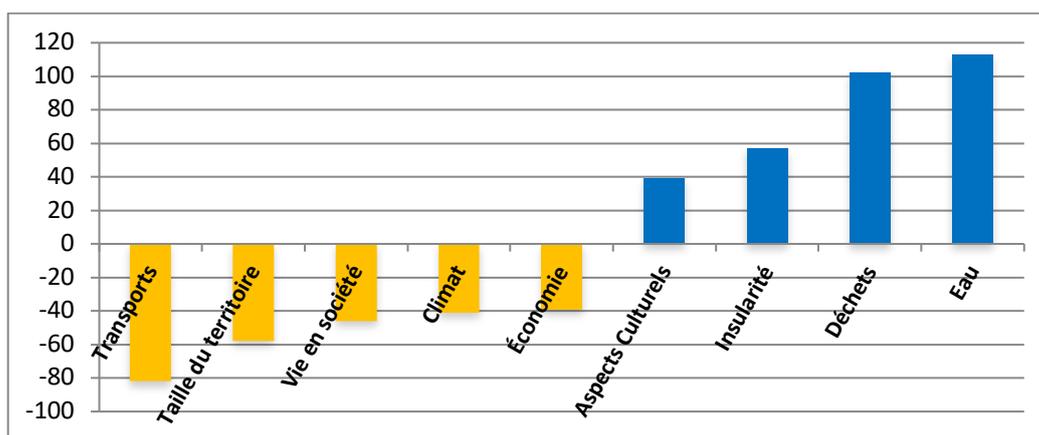


FIGURE 19 - SUJETS OU THEMES MARQUANT UNE DIFFERENCE SIGNIFICATIVE ENTRE LA GUADELOUPE ET LA FRANCE HEXAGONALE EN MATIERE DE DEVELOPPEMENT DURABLE

Les sujets en bleu, apparaissant en positif, sont plus courant en Guadeloupe (Figure 19). Ceux, en jaune, qui apparaissent négatifs le sont davantage en France Hexagonale pour les élèves de Guadeloupe. Le fait que les élèves considèrent l’eau et les déchets comme des

sujets plus importants en Guadeloupe qu'en France démontrent qu'il s'agit de questions socialement vives dont ces apprenants ont conscience sur ce territoire. Pour eux, l'insularité – caractéristique de la Guadeloupe – et les aspects culturels, sont aussi des sujets qui sont plus importants à considérer en Guadeloupe qu'en France hexagonale. Les sujets tels que l'économie, le climat, la vie en société, la taille du territoire et les transports sont, pour les élèves, des sujets plus cruciaux pour le développement durable dans l'Hexagone qu'en Guadeloupe. Par exemple, la question du transport qui a fait parfois la une de l'actualité en Guadeloupe n'en fait pas une priorité par rapport à l'Hexagone. Nous pouvons penser que les élèves font le lien entre la taille du territoire hexagonale et la question du transport. Aussi, Les élèves considèrent que le climat est un sujet plus essentiel pour le développement durable dans l'Hexagone qu'en Guadeloupe, sûrement à cause des saisons qui y sont plus marquées.

Ces différentiels ne préjugent pas de l'importance qu'on les sujets pour ces élèves. Mais nous pouvons penser qu'ils le seraient pour des raisons différentes. C'est ici, une investigation à poursuivre. Nous notons par exemple qu'il n'y a pas de différentiel significatif pour le sujet « énergie » alors qu'il est cité en première position pour l'Hexagone et en troisième position pour la Guadeloupe. Nous faisons le même constat pour la thématique « biodiversité ».

Cet histogramme (Figure 19) montre que les enfants de Guadeloupe évoquent un certain nombre de particularités environnementales de leur territoire. Ils envisagent des problèmes environnementaux dont l'importance est plus ou moins grande selon les territoires, en ce sens, Ils sont conscients de la contextualité de leur environnement.

2.1.2.5 Les élèves ont des conceptions de l'environnement local qui s'appuient sur une contextualisation sociocognitive. Ces conceptions sont contextuelles et contextualisées.

Les questions posées aux élèves de CM ne sont pas des celles qu'ils se posent généralement (De Singly, 2012). Elles ont toutefois révélé que ceux-ci ont une conception territorialisée du DD. Cette conception se construit davantage à partir d'expériences personnelles qu'à l'école. Ils se confrontent à des objets de contexte, les décrivent et s'en servent comme point d'appui pour conceptualiser le monde dans lequel ils évoluent. Nous

restons cependant prudents car souvent « les élèves expriment des attitudes, voire des opinions, même s'ils ne maîtrisent pas les connaissances » (Simonneaux, 2003).

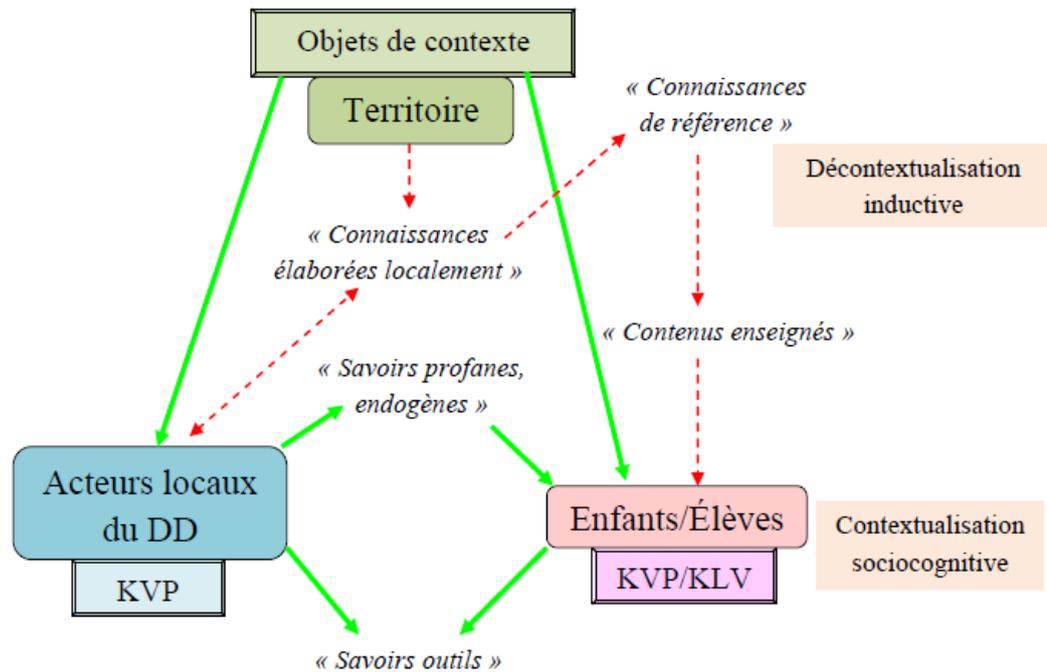
Les écoliers perçoivent davantage les enjeux du DD dans leurs pratiques sociales qu'à travers les enseignements, ce qui renvoie à la distinction entre éducation et enseignement : « l'enseignement ferait plus explicitement référence à une transmission de connaissances » (Pellaud, 2011). Ils rencontrent des difficultés sur les sujets les plus traités en classe, notamment à travers les connaissances épistémologiques en rapport avec les savoirs en écologie. Cette difficulté rend compte du fait que « science education generally, and biology focused education specifically, at the school level need to be linked to "real-world" situations to have relevance to societal issues⁶ » (Teng, 2012). Ils mobilisent les connaissances issues de leurs observations de l'environnement ce qui témoigne d'une certaine acuité et objectivité concernant les spécificités locales relevant du développement durable.

2.1.2.6 Vers une modélisation synthétique

Des trois étages de la contextualisation étudiés, Acteurs sociaux, élèves et institution locale, c'est l'institution éducative qui semble le moins tenir compte des objets de contexte. Au-delà de constat, ce travail est l'occasion de proposer un modèle des interactions entre ces différents acteurs (Figure 20).

⁶ De manière générale, l'enseignement des sciences et de la biologie en particulier, a besoin,, à l'école, d'être relié à des situations du monde réel afin d'éclairer des problèmes sociétaux

Méso-échelle spatiale : Guadeloupe



Légende :

- > Relations déjà établies dans des bibliographies antérieures.
- <--- Relations déjà établies dans des bibliographies antérieures.
- > Relations étudiées dans notre recherche.

FIGURE 20 - MODELISATION DES RELATIONS ENTRE LES ACTEURS LOCAUX DU DD ET LES ELEVES PAR RAPPORT AUX SAVOIRS

Le travail mené avec Thierry de Lacaze reste à ce jour une étude particulièrement détaillée d'un processus de contextualisation. Inscrite dans une approche de transposition, elle a finalement modélisé cette contextualisation comme un système dont les caractéristiques de chaque acteur sont décrites dans leurs conceptions et leurs interactions. La contextualisation apparaît finalement comme une propriété émergente à un niveau d'organisation supérieur de ce système.

2.1.3 Etude sur les conceptions d'élèves de Bouillante sur la Géothermie

Cette enquête a été réalisée avec Yves Mazabraud, géophysicien et chercheur associé au CRREF, porte sur les conceptions d'élèves du bourg de Bouillante. Elle est précurseur de travaux multiples présentés plus loin (dont la thèse d'Anjou 2018). Cette étude menée en 2008 montre que la contextualisation ne doit pas être pensée uniquement dans sa dimension de transposition mais également dans les travaux issus des conceptions et des obstacles épistémologiques (Bachelard, 1938).

2.1.3.1 Présentation

Les îles de Guadeloupe (Grand terre, Basse Terre, Marie Galante, Désirade et Les Saintes) sont précurseurs dans le domaine des énergies renouvelables. L'éolien, le photovoltaïque, la bagasse, la géothermie, et l'hydroélectricité ont produit 208 GWh en 2006 (PRERURE 2008⁷) sur un total de 1531 soit 13.6%. La géothermie, à elle seule, représente 5.1% de l'ensemble de la production énergétique guadeloupéenne (78GWh). Cette énergie est exploitée par un seul site en Guadeloupe ; l'usine Géothermique de Bouillante. Un projet d'agrandissement de cette usine (construction d'une 3e tranche) est alors à l'étude. Une association de riverains luttant contre les nuisances (bruit, vibrations) de l'usine s'inquiète de cette situation. Ce travail sur les conceptions des apprenants en lien avec les territoires caribéens sera repris avec des élèves de seconde sur la Guadeloupe, la Martinique et la Dominique dans la thèse de Anjou (2018). Dans ce travail, où les conceptions sur la géothermie sont caractérisées bien plus précisément, la relation entre les conceptions et les territoires que constituent ces trois îles est démontrée. De plus, l'effet de proximité de l'usine géothermique se retrouve nettement.

L'objet de ce travail est de caractériser, dans ce contexte social, les conceptions d'élèves de CM2 de différents lieux de Guadeloupe sur la géothermie afin d'identifier l'effet de la proximité de l'usine sur ces dernières ainsi que la corrélation entre leurs conceptions et celles de leurs enseignants.

⁷Plan énergétique régional pluriannuel de prospection et d'exploration des énergies renouvelable et d'utilisation rationnelle de l'énergie de la Guadeloupe. Consulté sur regionguadeloupe.fr le 9 mai 2019

Deux hypothèses portant sur les conceptions des élèves sont testées dans cette étude :

- Les élèves du Gosier auront des conceptions plus proches des conceptions attendues en particulier sur les questions liées aux connaissances sur la géothermie.
- Les élèves de la classe 1 auront des opinions plus positives que celle de la classe 2 et reproduiront de ce fait les conceptions de leurs enseignants.

Nous reprendrons la définition de conception définie par le modèle KVP présenté dans la première partie de cet écrit (Forissier 2003 ; Clément, 2004) dans le cadre de l'éducation à l'environnement. Ce modèle définit les conceptions comme un système fonction de connaissances, de valeurs et de pratiques sociales de référence (Martinand, 1981 ; Terisse, 2001) sur un concept précis comme la géothermie. Ce modèle fait écho aux trois types objectifs de l'EDD et permet d'insister sur la dimension interactive des relations entre ces trois sous système de pensée.

Le recueil de conceptions d'enfants guadeloupéens sur la centrale géothermique de bouillante a été réalisé par un questionnaire composé de questions fermées centrées sur les connaissances très simples sur la géothermie que peuvent avoir des enfants de cet âge (qu'utilise et que produit l'usine géothermique de bouillante ? l'énergie utilisée est-elle renouvelable ? A quoi est liée la présence de cette énergie ?), ainsi que des questions centrées sur les valeurs associées sous forme de sondage d'opinion (sur l'intérêt de l'usine pour la commune, la Guadeloupe et l'environnement).

Le jeune enseignant de la classe 1 se dit sensible à l'environnement en général et à la question de l'énergie en particulier. Il a réalisé avec ses élèves un projet sur le thème de l'énergie pendant un trimestre de l'année de l'enquête avec une visite à la centrale géothermique. Il estime personnellement que la présence de l'usine géothermique est très satisfaisante pour la commune de Bouillante, pour l'économie de la Guadeloupe et pour l'environnement. L'enseignant de la classe 2 est également sensible à l'environnement. Il a répondu au questionnaire et fait partie de l'association des riverains de la centrale luttant contre ses nuisances. Il n'a pas fait de projet sur l'énergie ou la centrale au moment de passation du questionnaire mais a prévu d'en mener un sur la fin de l'année. L'enseignant de la classe 3 n'est pas particulièrement sensibiliser (hypothèse 2) aux questions environnementales, il n'a jamais parlé de géothermie avec ses élèves. Les données

présentées ici ont été complétées par des entretiens filmés et des dessins de l'usine géothermique réalisés par chaque enfant.

2.1.3.2 Résultats

Les deux classes de l'école de Bouillante répondent majoritairement que la centrale géothermique utilise de l'eau chaude (80% et 60%) alors que cette réponse attendue n'est donnée que par un quart des élèves de l'école du Gosier ($p=0.7\%$ par Khi2 correction de Yates) (Figure 21). La classe 1 de Bouillante répond à plus de 80% que l'usine produit de l'électricité alors que les élèves des deux autres classes ne donnent cette réponse qu'à 40 %.

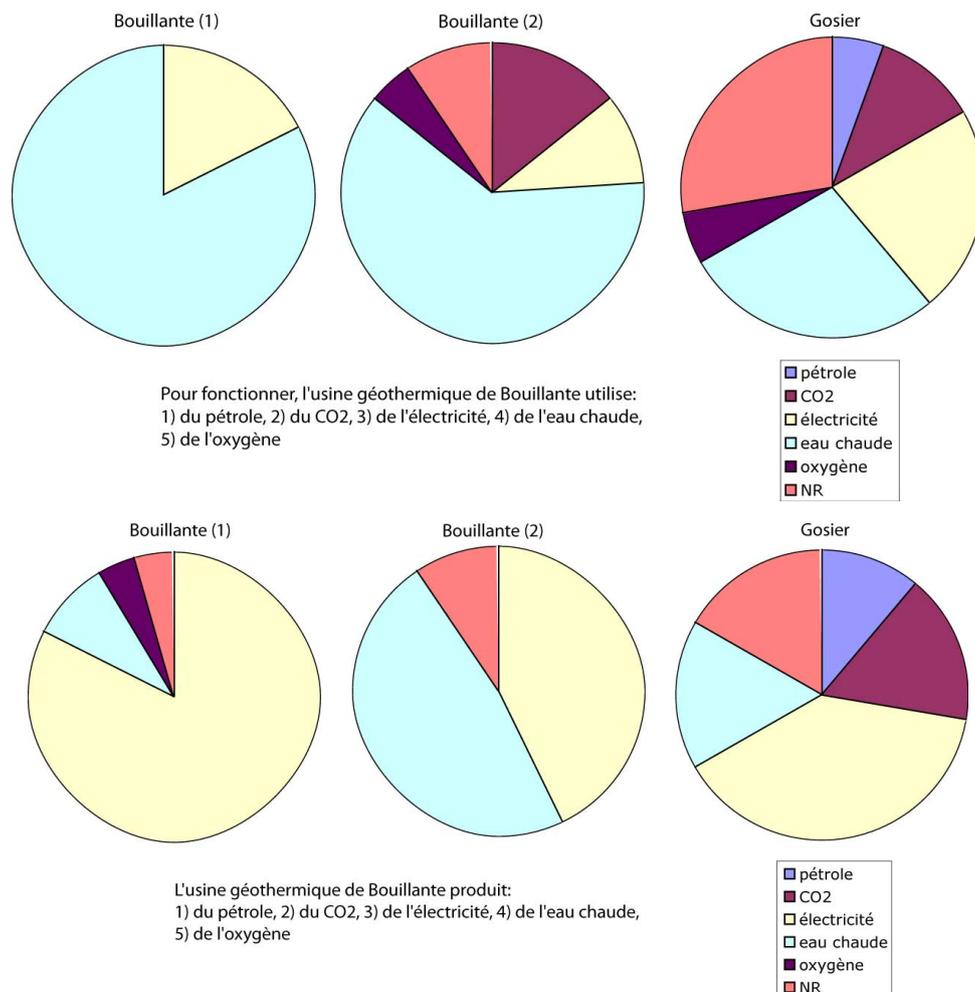


FIGURE 21- SOURCE D'ENERGIE ET PRODUCTION DE L'USINE GEOTHERMIQUE

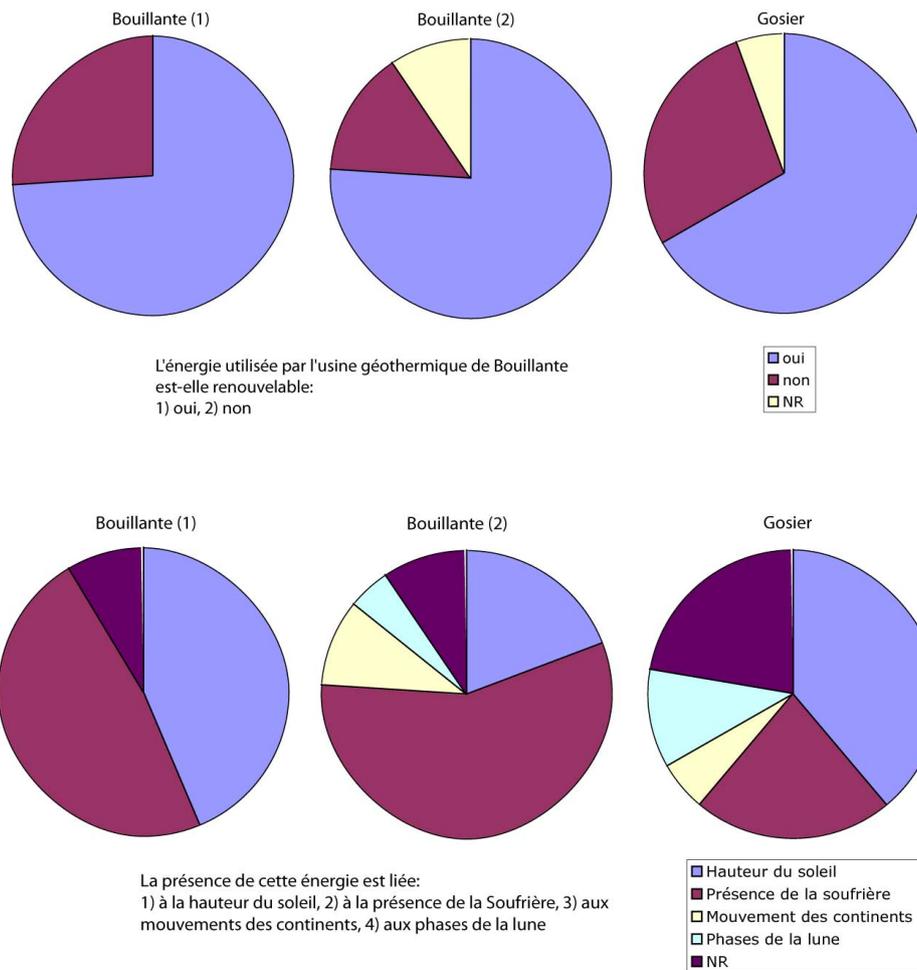


FIGURE 22 - ÉNERGIE RENOUVELABLE ET CAUSE DE LA GEOTHERMIE

La présence des sources d'eau chaude est due au fort gradient géothermique et à la fracturation importante de la zone qui facilite la circulation des fluides. Ces deux causes sont liées au contexte d'un arc insulaire créé par les mouvements convergents des plaques océaniques Atlantique et Caraïbe. La présence de la soufrière et le mouvement des continents (réponses attendues) sont liés à ce contexte alors que la hauteur du soleil et les phases de la lune ne le sont pas. Les élèves des trois classes (Figure 22) répondent à plus de 2/3 que l'énergie utilisée par l'usine géothermique est renouvelable. Les réponses attendues (présence de la soufrière et mouvement des continents) sont fournies par 48% des élèves de la classe 1, 66% des élèves de la classe 2 et 28% des élèves de la classe du Gosier mais plus de 40% des élèves de la classe 1 et la classe du Gosier répondent que l'énergie géothermique est liée à la hauteur du soleil ou aux phases de la lune.

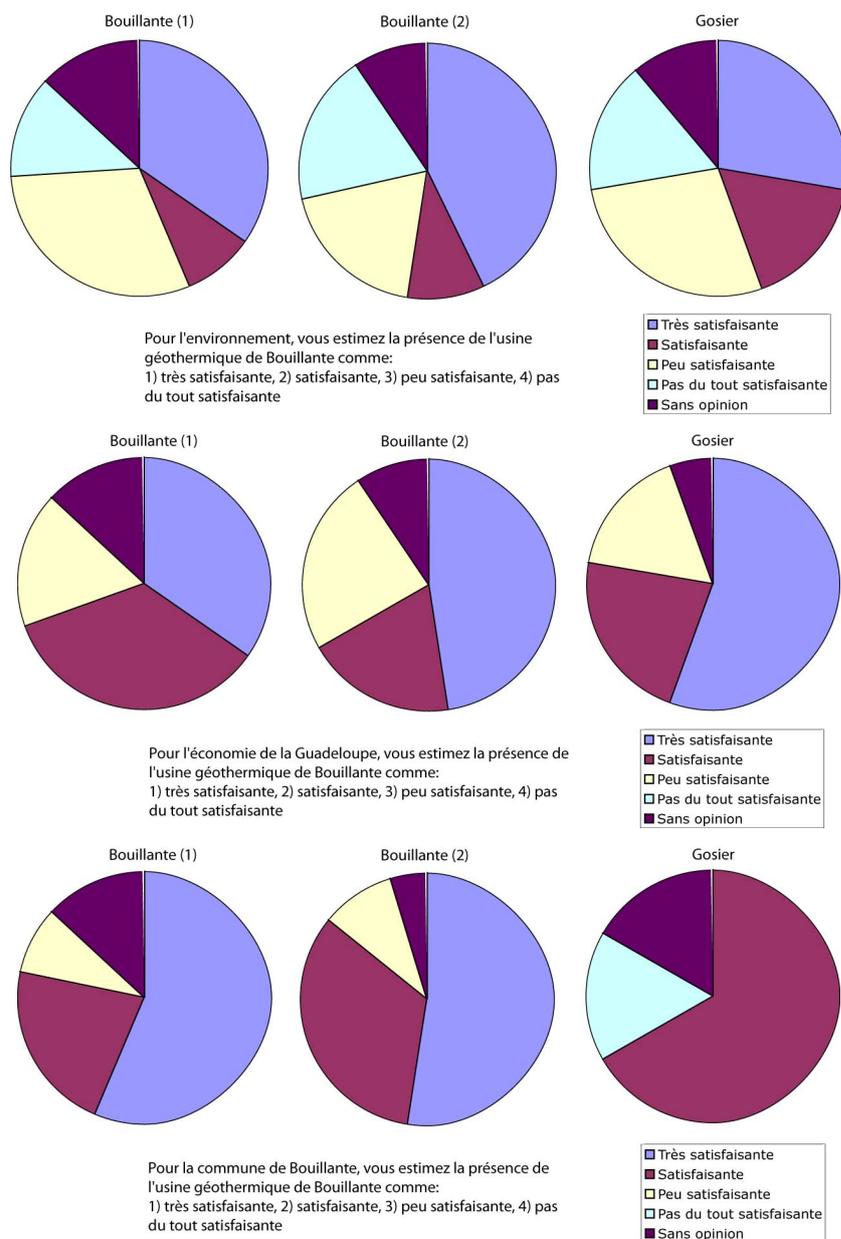


FIGURE 23 - OPINION DES ELEVES SUR LA CENTRALE GEOTHERMIQUE DE BOUILLANTE

Que cela soit pour l'Environnement, pour la Guadeloupe ou pour la commune de Bouillante, les élèves des deux classes de l'école du bourg de Bouillante donnent des réponses très non significativement différentes à 5% (Figure 23), estimant le plus souvent que la présence de l'usine géothermique est très satisfaisante. Les réponses des élèves de la classe du Gosier sont moins positives que pour la commune de Bouillante (significativement différentes, $p=0.006\%$). Pour la classe du Gosier, les élèves estiment majoritairement (66%) satisfaisante (au lieu de très satisfaisante pour les élèves des classes de Bouillante) la présence de l'usine géothermique.

2.1.3.3 Discussion

2.1.3.3.1 Les connaissances sont liées au lieu de vie

Comme nous l'attendions, les élèves des classes du bourg de Bouillante répondent plus conformément aux réponses attendues que les élèves questionnés du Gosier aux questions de connaissance sur l'énergie utilisée et produite par l'usine géothermique. Un effet de lieu de vie ou de contexte pourrait être envisagé mais la méthodologie utilisée ne permet pas de séparer l'impact du lieu de vie et celui du milieu didactique (Brousseau, 1986) défini comme la "portion de réel", dans ses dimensions matérielles et symboliques, avec laquelle les apprenants vont interagir durant la situation d'enseignement. La meilleure connaissance de la géothermie par les élèves de Bouillante est sans doute à relier à la fois aux stratégies pédagogiques des différents enseignants et aux informations venant de l'entourage au sens large.

2.1.3.3.2 L'avis sur la centrale est lié aux lieux de vie et aux connaissances

L'avis des élèves sur l'usine géothermique de Bouillante semble être globalement positif. Pour « l'environnement » et « la Guadeloupe » et contre toute attente, les réponses des élèves des différentes classes sont particulièrement proches. Cependant, pour « la commune de Bouillante », l'avis est plus positif chez les élèves des classes de l'école du bourg de Bouillante que pour ceux du Gosier dont aucun n'a répondu « très satisfaisant ». Un « effet de centre » lié aux profils psychologiques (réponses extrêmes contre réponses médianes) ne semble pas pouvoir être en jeu, à la vue des réponses aux autres questions. Les élèves de cette classe sont ceux qui présentent le moins de connaissance sur la géothermie. Cependant, l'hypothèse explicative liée aux interactions entre connaissance et valeur (KVP) proposant que les élèves ayant le plus de connaissance sont ceux dont l'avis est le plus positif ne fonctionne ici ni pour « l'environnement » ni pour « la Guadeloupe ». En résumé, l'opinion des élèves sur la géothermie est significativement lié au fait qu'ils habitent Le Gosier ou Bouillante.

2.1.3.3.3 L'avis des élèves ne reproduit pas l'avis des enseignants

Les enseignants des deux classes de l'école de Bouillante ont des positions opposées sur la présence de l'usine géothermique. La répartition des avis est identique chez les élèves des deux classes. Dans ce cas l'opinion des enseignants de Bouillante (en opposition) n'a pas influencé directement l'opinion de leurs élèves qui est tranchée et identique pour les deux classes. Les élèves du Gosier, dont l'enseignant n'a pas une opinion tranchée, ont exprimé une opinion moins marquée que celles des classes de Bouillante. En termes de valeur, l'effet des conceptions de l'enseignant sur celles de ses élèves ne semble pas fonctionner par un accord de l'opinion des élèves sur celle de l'enseignant, mais par la détermination des opinions face à celles de l'enseignant, par accord ou par opposition, en fonction du contexte. Malgré ses limites, cette enquête semble renforcer l'intérêt pour l'apprentissage des élèves de l'engagement de l'enseignant. Nous n'avons pas à ce jour d'explication sur les mécanismes à l'œuvre (effets de motivation ? effet de modèle ?).

Les travaux qui ont été présentés ci-dessus ont en commun de nourrir l'idée de contextualisation didactique comme un processus de transformation ou d'évolution des conceptions (KVP). Les différents acteurs impliqués dans ce processus présentent chacun des conceptions inscrites dans des contextes qui présentent plus ou moins d'écarts. Lors des échanges entre ces acteurs ces écarts peuvent induire des événements lors de l'apprentissage, que nous nommons effets de contextes et qui vont être explorés dans la partie suivante.

2.2 Exploration des effets de contextes

La notion d'effet de contextes est au centre de mes préoccupations de recherche depuis une dizaine d'année. Cette notion s'est construite progressivement à partir d'observation d'enseignements et de la notion d'effet de contrat didactique. A partir d'une définition première autour de l'incident, cette partie présente des travaux portant sur la nutrition des épiphytes, l'observation des saisons et de la lune qui ont permis de redéfinir ce concept comme une émergence liée à un écart de conceptions. De nouvelles définitions descriptives sont apparues lors de la mise en place des enseignements basés sur les effets de contextes (présentés dans la partie suivante).

Un des premiers stades de développement des organismes est constitué par un petit regroupement de cellules nommé Morula jusqu'à ce qu'il se creuse ultérieurement d'un coelome et devienne alors une Blastula. Afin que les étudiants de premier cycle universitaire se souviennent de ces termes, il est classique de rappeler l'analogie de forme entre la mûre et ce premier stade de développement. Lors des rappels d'embryologie que j'effectuais en préparation au CAPES de SVT, cet échange a été observé en Guadeloupe :

Enseignant : « Morula comme la ... ? »

Etudiant 1 : « Heu, le Poisson ? »

Etudiant 2 : « la morue »

Enseignant : « Quoi ? mais non, la mûre »

Etudiant 2 : « le mur ? mais pourquoi ? »

Etudiant 1 : « est-ce une framboise ? »

Ce court échange correspond à une incompréhension non prévue par le jeune enseignant que j'étais. Il s'agit d'un exemple banal d'effet de contextes dans le sens d'un incident dans l'interaction didactique.

Dans cet exemple, deux contextes externes sont évidemment en jeu. Le premier est langagier, car en créole « Mori la » signifie « la morue » et le son « u » n'existant pas, Morula fait pour les élèves référence à ce poisson très consommé aux Antilles. Le deuxième

contexte est écologique, il n'y a ni murier (*Morus spp*) ni ronce (*Rubus fruticosus*) en Guadeloupe. La mure n'est pas un fruit connu par ces étudiants de biologie et son utilisation comme analogie de forme et moyen mnémotechnique est totalement inadaptée.

Ce type d'anecdote, autour de moments d'incompréhension est très courant en Guadeloupe. Lorsqu'il est identifié, il peut être facilement explicité, mais il est possible qu'il ne soit pas repéré par l'enseignant.

L'étude menée avec Sophie Merlo-Leurette (Merlo-leurette et Forissier, 2009) sur la compréhension de la nutrition des plantes en primaire est sans doute la première qui a permis de penser l'effet de contextes. Le chapitre suivant présente ces travaux.

2.2.1 Nutrition des plantes, plantes épiphytes et rôle de la terre et plante électrophage

Comme on l'a vu dans la première partie de ce manuscrit, aux contextes culturels, sociaux et institutionnels d'une grande importance pour les approches pédagogiques, doivent être ajoutés d'autres éléments liés spécifiquement aux contenus selon les disciplines : les contextes climatique, géographique, géologique et écologique sont en lien direct avec certains contenus scientifiques à enseigner dans le système éducatif français comme le changement d'état de l'eau, la subduction, l'impact des saisons sur le développement des plantes ou les phases de la lune.

La plante épiphyte est une plante qui se développe sur d'autres plantes, mais qui, à la différence du parasite, ne prélève pas de nourriture sur son support. Elle est très fréquente en milieu tropical car elle a besoin d'un fort taux d'humidité atmosphérique pour satisfaire ses besoins en eau et en sels minéraux. L'alimentation a lieu par l'intermédiaire de ses feuilles munies de cellules absorbantes, les racines ne servent qu'à l'ancrage de la plante dans son milieu de développement. C'est ainsi que dans leur environnement quotidien, les jeunes Guadeloupéens trouvent une variété de broméliacés appelée communément « ananas bois », dont les spécimens se développent sur les toits, fils électriques, arbres (Figure 24).

2.2.1.1 Présentation

La nutrition des plantes et le rôle des racines dans l'absorption de l'eau et des sels minéraux du sol est un contenu d'enseignement de cycle 3. En milieu tropical humide, la présence commune de plantes épiphytes peut sembler en contradiction (obstacle épistémologique) avec cette notion pour des enfants. Existe-t-il des conceptions inattendues liées aux plantes épiphytes ?

La méthodologie de recherche se décompose en deux parties. Dans un premier temps, une analyse du manuel Bordas de sixième ainsi que des seuls manuels français du primaire spécifiquement édités pour un enseignement en milieu tropical de Nathan Etag cycle 2 et Cycle 3 à été réalisée. L'analyse porte sur le concept de nutrition des plantes, et sur la prise en compte ou non du concept d'épiphyte. La réflexion cible l'aspect qualitatif et cherche à faire état de la conception explicite des manuels sur le rôle du sol dans l'absorption de l'eau et des sels minéraux par les racines. Dans un second temps, un recueil de conceptions d'élèves a été réalisé lors d'entretiens exploratoires durant lesquels des enfants sont filmés et enregistrés. Au cours de ces entretiens, les élèves sont confrontés à des photographies d'ananas bois poussant sur différents supports, tout d'abord sur une branche d'arbre, ensuite sur le sol et enfin sur un fil électrique (Figure 24). L'entretien mené est semi directif, et cherche à rendre explicite la compréhension de la nutrition de la plante que construit l'enfant. Après s'être assuré qu'il identifie bien la plante comme faisant partie de son environnement proche.



FIGURE 24 - LES TROIS IMAGES D'ANANAS BOIS PRESENTES AUX ENFANTS.

2.2.1.2 Présentation des résultats

Dans le manuel de sixième, la nutrition des plantes fait état pour les végétaux chlorophylliens des seuls besoins en eau et en matières minérales. Dans les manuels de primaire, on ne relève pas d'expression explicite du concept.

Pour ce qui concerne les représentations (Figure 25), on note que, dans les ouvrages destinés au primaire, les représentations sont toujours envisagées sur des plantes poussant en terre. Le sol est largement représenté dans les dessins et schémas.



FIGURE 25 - EXTRAITS DE MANUELS SUR LA GERMINATION DES PLANTES, NATIONAL OU LOCAL, TOUTES LES PLANTES SONT MISES EN POTS.

Dans les illustrations (Figure 25) en bas à droite, les enfants mettent eux-mêmes les plantes en terre et l'illustration de la germination s'appuie sur des dessins de graines semées en pleine terre. La liane du maracuja qui pousse « sur la clôture » a son pied en pot. Les photos du manuel de sixième proposent des plantes essentiellement en terre. Mais on note la présentation d'un unique exemple de culture hors sol pour le manuel Bordas 6°, une page de photos représentant des plantes qui poussent dans le sable, un bouturage, ainsi qu'une photo de plantes ayant colonisé un mur. Le sable a sans doute été choisi par les auteurs pour présenter un sol très pauvre en eau et sel minéraux mais est-il perçu comme tel par les élèves ? Le bouturage et les plantes hors sol poussent dans des solutions nutritives adaptées que les élèves peuvent imaginer comme un succédané de sol.

L'adaptation du contenu du manuel au contexte tropical passe par la volonté de présenter des espèces végétales familières comme le papayer, le flamboyant, le cocotier. Il n'est jamais évoqué l'existence de relations particulièrement présentes dans les écosystèmes tropicaux comme ceux de parasitisme ou d'épiphyte.

L'analyse des entretiens met d'abord en évidence que la présentation de photographies d'épiphytes pose problème à tous les enfants car « il n'y a pas de terre », et que cette dernière est pourtant nécessaire à la plante qui devrait pouvoir puiser selon eux, indépendamment du support, une substance par les racines soit dans le tronc, soit dans la terre, ou soit encore dans les fils électriques. Tous les enfants utilisent le concept de plante parasite pour expliquer le développement de l'ananas bois. L'un d'entre eux exclut le fait que la plante puisse se servir d'électricité pour pousser en imaginant le cas d'une plante spéciale, poussant seule avec la pluie, alors que les deux autres aboutissent dans la construction de leur réponse à l'idée de plante électrophage.

Concernant les entretiens, quelques extraits sont présentés ci dessous :

Elève 1 : Je ne sais pas..., la plante quand elle est dans la terre elle va pouvoir pousser.

Mais dans le tronc il n'y a pas de terre...

Elève 2 : Elle prend de l'électricité et elle fait de l'énergie avec pour pouvoir vivre...

Elève 3 : On dirait que ce n'est pas la même race d'arbre.

« Comme si l'électricité la faisait pousser »...

« je sais pas elle pousse sur les fils électriques... »

Nous considérons que l'élève est face à un obstacle épistémologique qui relève de la connaissance commune (Bachelard, 1938) contextuelle, que génère la confrontation avec son environnement quotidien par la rencontre d'épiphytes. Les épiphytes sont commun et leur observation est une chose quotidienne. Lors de l'enseignement de la nutrition des plantes, la question posée consiste à chercher d'où viennent les sels minéraux et l'eau. Les manuels et prescrits sont pensés dans un autre contexte que le contexte tropical, où la fréquence de rencontres d'épiphytes est quasi-nulle et ne traitent donc peu ou pas cette question. Il s'en suit qu'implicitement les élèves identifient le sol comme source de sels minéraux et d'eau. Pour résoudre le problème d'interprétation du développement des épiphytes, les enfants interrogés se rapprochent alors de concepts connus comme celui de

parasite et créent par extension des réponses mettant en œuvre des solutions originales, comme celle de l'existence d'une plante électrophage.

Lors de ce travail uniquement qualitatif, la conception inattendue de « l'épiphyte électrophage » est apparue chez tous les élèves ayant passés l'entretien. Cet élément surprenant semble montrer que la nutrition de l'ananas bois, plante observée quotidiennement, n'a semble-t-il jamais été mis en question par ces élèves. Ils ont pourtant vu la nutrition des plantes à l'école ou toutes les plantes sont mises en pot et poussent en terre. L'épiphyte ne semble pas pour eux être soumis aux mêmes règles de nutrition. A ce niveau la nutrition des plantes est définie comme la croissance de la plante grâce à la lumière, l'air et l'eau. Le rôle du sol n'est pas mentionné, mais les illustrations choisies semblent induire ou renforcer l'idée de la nécessité du sol.

Evidemment, la diversité des modèles végétaux présents est un atout à la compréhension possible du principe de nutrition végétale, mais cet atout ne semble pas exploité par le système éducatif. Au moment de cette enquête, l'interprétation qui en est faite est guidée par les notions d'obstacle épistémologique inverse, pour l'observation quotidienne qui ne semble pas avoir de lien avec la construction de la notion scientifique, et d'obstacle didactique pour la mise en terre systématique des exemples utilisés dans l'enseignement de la nutrition au primaire.

On construit ici une deuxième définition de l'effet de contextes comme étant un fait d'apprentissage mettant en jeu deux porteurs de conceptions ou acteurs situés dans des contextes didactiques différents. Ici les deux acteurs sont les manuels et les élèves. Le contexte écologique des derniers n'est pas pensé par les premiers ni en termes de diversité biologique, ni en termes d'observation ou de questionnement.

2.2.2 Etude concernant les conceptions sur les saisons climatiques et l'observation de l'orientation de la lune dans le ciel

Cette partie se base sur Forissier (2015). Elle présente les résultats sur les saisons et l'observation de la lune qui ont été déjà cités à plusieurs reprises.

2.2.2.1 Présentation

Combien y a-t-il de saisons ? Sont-elles chaudes, froides, humides ou sèches ? La lune dans le ciel apparaît-elle verticale ou penchée ? Ces questions qui paraissent scientifiquement simples sont liées à de multiples contextes et, en particulier, au lieu d'observation. Elles ont été posées par questionnaire à l'ensemble d'une promotion d'étudiants scientifiques de Guadeloupe. Les réponses sont-elles plus pertinentes sur la description des saisons d'Europe que sur celles des Antilles ? Confrontés à des photographies, les étudiants se réfèrent-ils plus à leurs observations de la lune ou à des images et modèles ? Ces questions renvoient toutes au rapport entre observation de la nature et transmission des connaissances formelles dans les apprentissages de sciences expérimentales.

Le travail que nous rapportons ici, vise principalement à estimer les conceptions d'étudiants scientifiques guadeloupéens de première année universitaire vis-à-vis de deux observations courantes : la forme apparente de la lune, et en particulier son orientation par rapport à la verticale, et les caractéristiques climatiques des saisons. Ces deux objets d'observation astronomique peuvent être réunis par trois caractéristiques communes :

- Ils correspondent à des observations directes et fréquentes de la nature. Celles-ci ne nécessitent pas de matériel d'observation complexe ni de protocole élaboré. Elles ne sont pas rares, et chacun, en zone intertropicale, est confronté quotidiennement à la météorologie (précipitation et température) et très fréquemment à l'observation de la lune.

- Ils sont traités en cours de sciences dans l'enseignement secondaire français. En Sciences de la Vie et de la Terre pour les saisons, et en Physique Chimie pour l'observation de la lune. Ces programmes sont nationaux et les manuels utilisés sont les mêmes dans les Antilles françaises que dans le reste du pays.

– De nombreuses représentations des saisons situées en zones tempérées et de lune verticale sont utilisées en zone Caraïbe. Elles sont liées aux arts (littératures, cinéma, musique, etc.) comme à des symboles divers (dessin de lune dans les agendas par exemple).

Pour ces deux exemples, une contradiction est notable entre le premier point, lié à l'observation locale, et les deux autres qui correspondent à des observations de zone tempérée. Cette partie a pour objectif d'estimer l'impact relatif de ces facteurs sur les conceptions des étudiants à l'issue de leur cursus secondaire. De manière plus précise, nous souhaitons observer, sur un échantillon représentatif d'étudiants de première année scientifique, si leurs descriptions des saisons tempérées sont plus précises que celle des saisons des Antilles, et si leur conception de l'aspect de la lune est en lien avec l'observation de leur environnement.

Le premier objectif de l'enseignement des sciences dans le secondaire est particulièrement clairement défini ainsi dans les programmes scolaires du collège en vigueur au moment de l'expérimentation :

À l'issue de ses études au collège, l'élève doit s'être construit une première représentation globale et cohérente du monde dans lequel il vit. Il doit pouvoir apporter des éléments de réponse simples mais cohérents aux questions : « Comment est constitué le monde dans lequel je vis ? », « Quelle y est ma place ? », « Quelles sont les responsabilités individuelles et collectives ? » Introduction générale des programmes de SVT du collège (BO du 28 août 2008, en vigueur au moment de l'expérimentation).

Les cadres théoriques mobilisés dans cette étude s'articulent autour de trois idées déjà présentées dans la première partie de ce manuscrit auxquels s'ajoutent des références plus spécifiques à la didactique de l'astronomie :

- L'enseignement des sciences n'est pas universel,
- La nature observée peut être considérée comme un contexte,
- La contextualisation est un processus qui mène à l'apparition d'effets de contextes.

2.2.2.1.1 Didactique de l'astronomie et observation de la lune

Pour une même classe d'âge, les conceptions des apprenants montrent une grande cohérence (Blown et Bryce, 2010) entre les différentes notions d'astronomie. La compréhension des phases de la lune est une notion de base de ce champ, elle a été très

travaillée en didactique au point que Bailey et Slater y consacrent en 2004 la première partie d'une revue de questions sur la didactique de l'astronomie (Bailey et Slater, 2004). Il est à noter que l'ensemble des travaux (y compris ceux de Acioly-Régner et Régner, 2009) évoquant l'observation de la lune centrent leurs questionnements sur la compréhension des phases de la lune alors que nous nous intéressons ici à l'orientation de la lune par rapport à la verticale. L'exemple des phases de la lune semble aujourd'hui devenir un exemple paradigmatique de changement conceptuel (Vosniadou, 2007 ; Hobson, Trundle et Saçkes, 2010).

Si l'observation de la lune est devenue un classique des cours d'astronomie, l'observation de l'orientation de croissants par rapport à la verticale n'est que rarement expliquée. Il est pourtant possible (Morange et Hartmann, 2006) de proposer un modèle simple d'explication (Figure 26) ce que ces auteurs ont réalisé dans le cadre d'échanges entre des élèves français et béninois organisés par la Main à la pâte. Ce schéma montre l'importance de la latitude pour cette observation. S'il s'agit en effet du facteur principal, l'heure d'observation, l'orientation de l'écliptique au coucher du soleil et la latitude écliptique géocentrique sont également à prendre en compte (Eyraud, 2010) pour expliquer une variation de l'orientation de la lune en un même lieu selon la date.

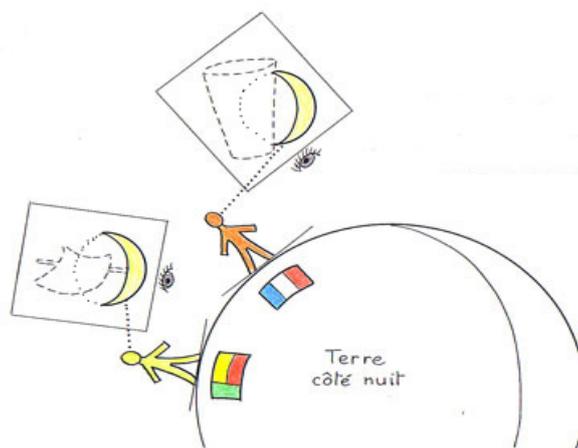


FIGURE 26 - DEUX ANGLES DE VUE DIFFERENTS DE LA LUNE EN CROISSANT (D'APRES MORANGE ET HARTMANN, 2006)

Avant de présenter les résultats de notre enquête nous allons rappeler, sans rentrer dans une analyse minutieuse de la transposition didactique (Verret, 1975 ; Chevillard, 1985), quelques éléments scientifiques et didactique portant sur l'enseignement des saisons climatiques et l'observation de la lune dans les petites Antilles françaises.

2.2.2.1.2 Les saisons climatiques dans l'enseignement des SVT en Guadeloupe

Deux saisons climatiques sont nommées en Guadeloupe. L'hivernage, saison humide et chaude, est centrée sur septembre-octobre (Figure 27, d'après meteofrance.gp ; voir aussi Bleuse, 1994). Elle correspond à la saison cyclonique qui s'étale de juillet à novembre. Le carême est une saison sèche et fraîche incluant les mois de février, mars et avril.

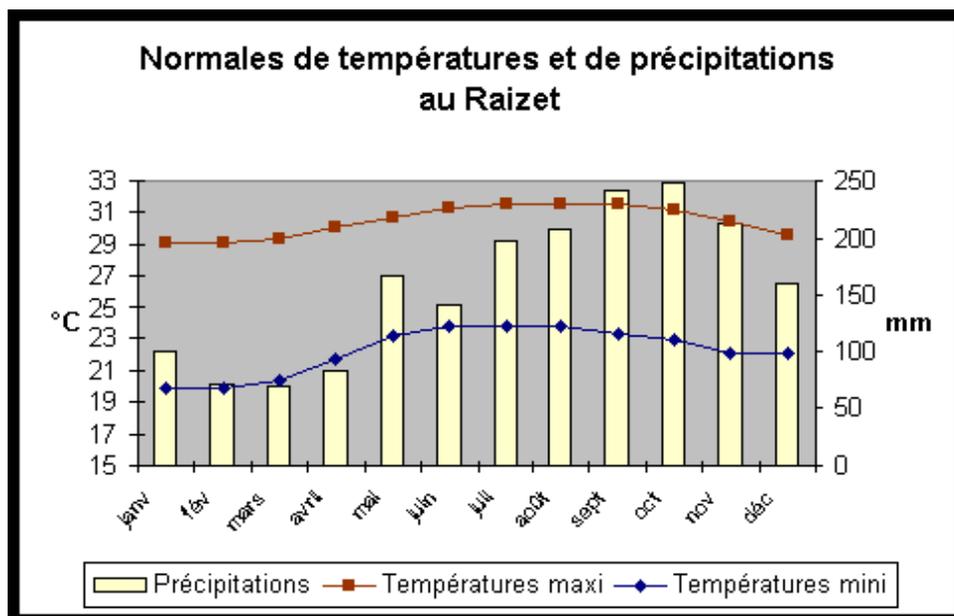


FIGURE 27 - CLIMATOGRAMME DE GUADELOUPE

Le concept de saison est abordé à plusieurs reprises par les élèves français. Il est particulièrement important en SVT (en 6^e pour les enfants de 11ans) où il constitue la principale explication de la répartition des êtres vivants dans un écosystème. En effet, cette notion paraît très explicative des observations du vivant en zone tempérée (chutes des feuilles à l'automne, des bourgeonnements du printemps) où l'on observe des écarts de températures prononcés et de nombreuses espèces présentant des cycles de développement annuels. Dans les petites Antilles, les saisons climatiques existent mais, leurs écarts de température étant moins marqués et perceptibles, elles sont beaucoup moins explicatives de l'observable des élèves (qui mène à opposer plus efficacement les écosystèmes de forêt tropicale humide aux écosystèmes tropicaux secs ou de mangrove).

Au moment de l'expérimentation, l'enseignement de SVT en sixième (Bulletin Officiel spécial N°6 du 28 août 2008) comprend cinq parties dont la plus importante (30% du temps

total) est intitulée « *Le peuplement d'un milieu* » et propose une liste de « *connaissances* », que doivent maîtriser les élèves. La première de ces connaissances est : « *L'occupation du milieu par les êtres vivants varie au cours des saisons* ». Elle est déclinée en capacités : « Observer, recenser et organiser des informations relatives au peuplement du milieu et à ses variations » et « Formuler des hypothèses relatives à l'influence des conditions de milieu sur la germination ». L'étude des saisons est conservée dans les programmes de 2016 : « *Modification du peuplement en fonction des conditions physicochimiques du milieu et des saisons* » il est cependant conseillé pour l'ensemble de la partie de « *travailler à partir de l'environnement proche des élèves et par des observations lors de sorties* ».

L'enseignement d'écologie de sixième permet de commencer l'enseignement des SVT à partir d'observations et de questionnements effectués par les élèves. Il s'agit d'amener des éléments de réponse à de grandes interrogations que peuvent avoir des élèves de sixième : pourquoi la nature est-elle si différente entre l'été et l'hiver ? Que deviennent les nombreux animaux que je n'observe qu'en été ? Comment les plantes passent-elles l'hiver ? Pourquoi tout reverdit-il si rapidement au printemps ? A titre d'exemple, les pages d'introduction des chapitres concernés dans deux manuels scolaires (Figure 28) montrent un marronnier à quatre moments de l'année (Salviat, 2009) ou un rouge-gorge sur une branche gelée (Duco, 2009). Les questions soutenues par ces illustrations montrent l'importance de ces parties vis-à-vis de l'observation de l'environnement des élèves de zones tempérées.

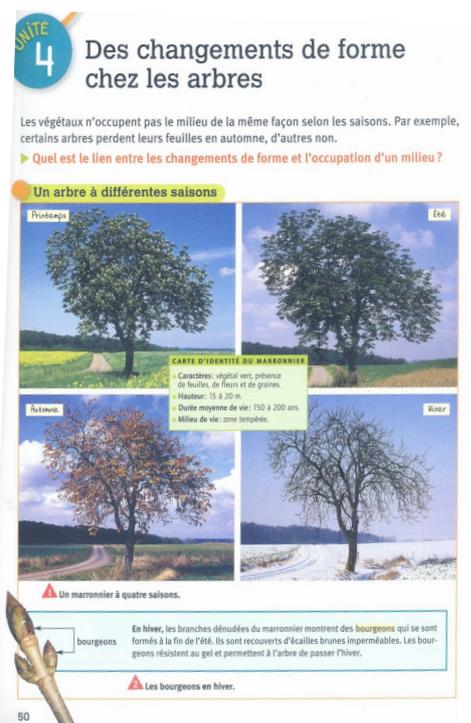
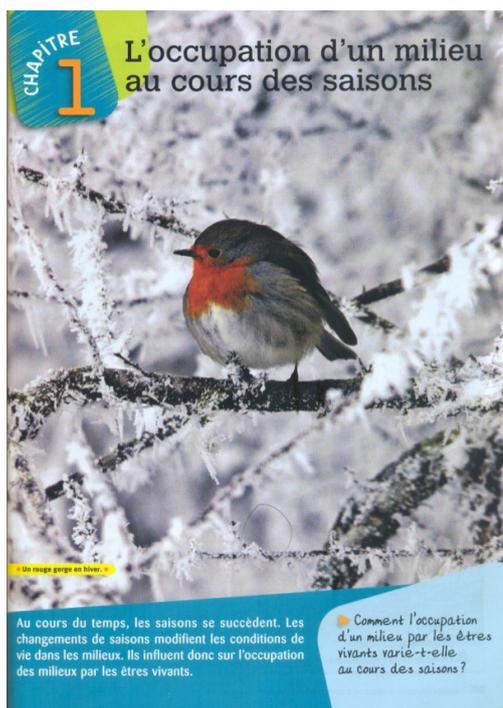


FIGURE 28 - LES PAGES D'INTRODUCTION DE DEUX CHAPITRES DE MANUELS DIFFERENTS

Les conceptions des apprenants sur ces concepts ne sont pas uniquement construites au regard de l'observation de la nature ou de ces objets pédagogiques. Elles sont influencées par de nombreux autres éléments culturels sans lien avec le monde scolaire (livre, film, etc.) mais qui structurent une connaissance générale (Bachelard, 1938). Etant très majoritairement issus de zones tempérées (Europe et Amérique du nord), ces éléments culturels présentent des saisons qui ne correspondent pas à l'expérience commune issue de l'observation en Guadeloupe.

2.2.2.1.3 L'observation de la lune en Physique Chimie

Une partie du programme français au moment de l'expérimentation⁸ de physique-chimie de 5e (12 à 13 ans), s'intitule « La lumière : sources et propagation rectiligne ». Il y est demandé aux enseignants de travailler une « Description simple des mouvements pour le système Soleil-Terre-Lune. Phases de la Lune, éclipses ». La capacité correspondante consiste à « Interpréter le phénomène visible par un observateur terrestre dans une

⁸ Dans le programme de 2016, ce modèle est souvent traité dans le cycle 3, 4^e thème où il est demandé de « situer la planète Terre dans le système solaire »

configuration donnée du système simplifié Soleil-Terre-Lune. ». Ceci laisse supposer que l’inclinaison de la lune peut être prise en compte dans la description du système étudié. Mais l’étude des manuels scolaires et documents pédagogiques disponibles vise à la compréhension des phases de la lune afin d’éviter que les élèves pensent que la forme de la lune est liée à l’ombre de la terre. A cet effet de nombreux documents peuvent être trouvés sur internet (Figure 29). On peut par exemple citer ceux de la NASA, du musée de la civilisation du Québec, de la cité des sciences et de l’industrie de Paris ou un CD (2009) distribué à tous les enseignants stagiaires de France (y compris en Guadeloupe) par le SCEREN (CNDP⁹).

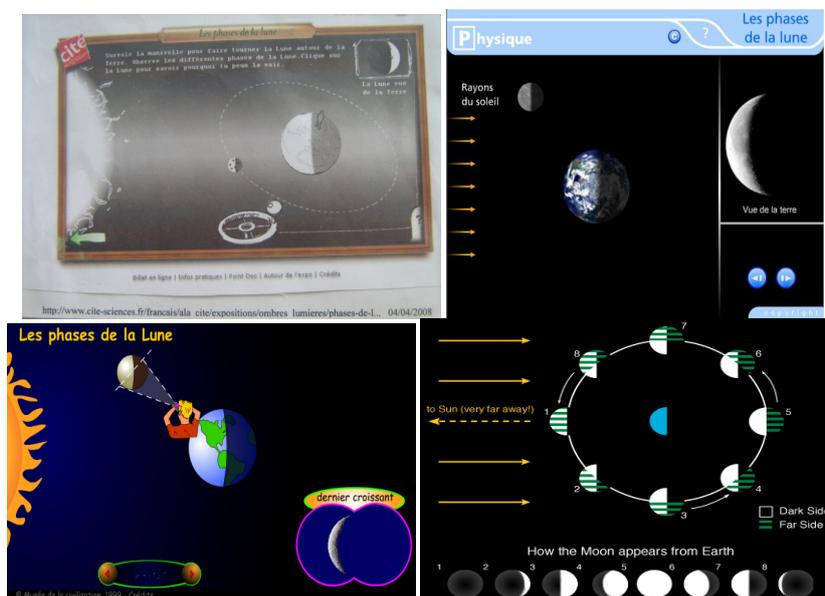


FIGURE 29 - ANIMATIONS CNDP (EN HAUT A GAUCHE), CITE DES SCIENCES ET DE L'INDUSTRIE (EN HAUT A DROITE), MUSEE DE LA CIVILISATION DU QUEBEC (EN BAS A GAUCHE) ET NASA (EN BAS A DROITE) SUR LES PHASES DE LA LUNE

Ces modèles présentent tous des croissants de lune totalement verticaux. Ils correspondent à l’observable des inclinaisons de lune aux pôles ; il s’agit de modèles pédagogiques construits pour la compréhension des phases de la lune dont les limites (lieu d’observation, un moment précis de la nuit, pas de différence entre écliptique et équateur, etc.) ne sont pas explicitées. Ces modèles sont très éloignés de l’observable en un lieu de faible latitude mais il est imaginable qu’en regardant la lune, nombreux sont ceux qui perçoivent le modèle et non l’observable. A l’inverse, il est possible que l’écart entre

⁹ Le CNDP est devenu Canopé

l'observable et le modèle conforte les élèves dans l'idée qu'il existe deux mondes séparés, celui de l'école et celui du reste de la vie, et qu'aucune cohérence entre eux n'est nécessaire. Il s'agirait alors d'un effet causé par une école sanctuaire comme défendue par Muglioni, qui en 1993 précisait que « *L'école n'est pas l'ouverture, comme c'est la mode de dire : c'est la séparation. Préserver ainsi l'indépendance de l'école par rapport à la société extérieure, c'était préserver l'avenir et même le préparer* ».

2.2.2.2 *Éléments méthodologiques*

L'échantillon est constitué de cent vingt-quatre étudiants guadeloupéens de première année de licence de Sciences. Cette première année est commune aux étudiants se destinant à poursuivre des études en mathématique, informatique, physique, chimie, biologie et géologie. Cent vingt-cinq étudiants étaient présents, une non-réponse totale a été écartée pour les analyses. Cet échantillon est constitué de soixante-seize femmes pour quarante-sept hommes (une non réponse).

Tableau 4 - Itinéraire des étudiants de l'échantillon

	Naissance	Etudes primaires (6 à 11 ans)	Etudes secondaires (11 à 18 ans)
Guadeloupe	66 %	78 %	83 %
Martinique	6 %	3 %	5 %
Métropole	16 %	5 %	1 %
Autre	6 %	5 %	3 %
NR	6 %	9 %	8 %

Le bassin couvert par l'Université des Antilles et de la Guyane (UAG au moment de l'enquête) est constitué de trois départements français : la Guadeloupe qui présente le plus d'étudiants scientifiques, la Martinique (qui présente un fort pôle littérature et sciences humaines) et la Guyane (dont le pôle technologique est le plus développé). Même si seulement 2/3 y sont nés, les 4/5 des étudiants constituant l'échantillon ont été scolarisés

en Guadeloupe avant leur entrée à l'université (Tableau 4). Les étudiants ayant suivi des études primaires ou secondaires sur d'autres territoires sont très minoritaires (pourcentage inférieur à 5% dans chaque case) ; ils sont essentiellement issus de Martinique (5% pour le secondaire).

Le premier semestre universitaire est commun à tous les étudiants de sciences de Guadeloupe. Les étudiants étaient, au moment de l'enquête, amenés à choisir individuellement entre deux parcours différents pour l'année suivante. Le parcours « Mathématique, Informatique, Physique, Chimie » (MIPC) ou le parcours « Sciences Naturelles » (biologie, santé, géologie). Le nombre important de réponses sciences naturelles (Tableau 5) est vraisemblablement lié au thème du cours pendant lequel le questionnaire a été passé. De nombreux étudiants n'ont pas, au premier semestre, encore décidé de la filière qu'ils choisiront l'année suivante ce qui augmente sans doute la proportion des non réponses par rapport aux autres questions posées.

Tableau 5 - Les filières souhaitées par les étudiants

	MIPC	Sciences naturelles	Non réponse
Filière souhaitée	31 %	41 %	28 %

Le questionnaire anonyme passé en dix minutes a été distribué à l'ensemble des étudiants présents lors d'une pause d'un cours magistral portant sur l'évolution des êtres vivants (sans rapport avec le thème de cette recherche) de novembre 2009. Il a été présenté comme faisant partie d'une recherche sans lien ni avec une évaluation individuelle ou collective ni avec leur orientation mais nécessitant d'être rempli avec sérieux. Le questionnaire est constitué de huit questions fermées à choix multiples et de plusieurs questions ouvertes.

Les deux premières questions portent sur le nombre de saisons en Guadeloupe et en métropole. Deux sont nommées en Guadeloupe, quatre en zone tempérée. L'ensemble des étudiants a répondu qu'il existe deux saisons en Guadeloupe et quatre en métropole montrant qu'ils considèrent une définition climatique des saisons.

Les quatre questions suivantes sont sur les caractéristiques climatiques (chaud, froid, sec, humide) de l'été, l'hiver, le carême et l'hivernage en Guadeloupe (climat tropical humide et insulaire, ex : Raizet¹⁰) et dans l'ouest de la France métropolitaine (climat océanique, ex : Nantes). Ces précisions sont données dans le libellé de la question. Pour chacune des quatre questions, il est proposé de cocher une ou plusieurs cases comme sur cet extrait :

<p>En Guadeloupe (Climat tropical humide et insulaire, ex : Raizet), l'hivernage :</p> <ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Est la saison la plus chaude<input type="checkbox"/> Est la saison la plus froide<input type="checkbox"/> Est la saison la plus sèche<input type="checkbox"/> Est la saison la plus humide

Les réponses attendues sont :

- hivernage : saison chaude et humide,
- carême : saison froide et sèche,
- hiver : saison froide et humide,
- été : saison chaude et sèche.

Sont considérées comme valides, les réponses indiquant seulement le caractère le plus sensible : hiver froid, été chaud, hivernage humide, carême sec. En effet, les différences de températures sont le critère le plus notable pour opposer hiver et été, alors que la perception de variation d'humidité oppose sensiblement carême et hivernage. Il est ensuite demandé de citer des mois correspondant à ces saisons.

Les deux dernières questions concernent le soleil et la lune. Pour le soleil, il est demandé si, en Guadeloupe, il se lève à l'est, à l'ouest, s'il est orienté au sud toute l'année, au nord toute l'année, ou parfois orienté au sud, parfois au nord. Trois photographies de lune sont proposées, qui se distinguent par des angles avec la verticale différente ce qui est

¹⁰ Le Raizet est un lieu-dit se situant sur la commune des Abymes, Grande Terre, Guadeloupe.

précisé dans le libellé de la question afin d'attirer l'attention sur cette caractéristique (Figure 30).

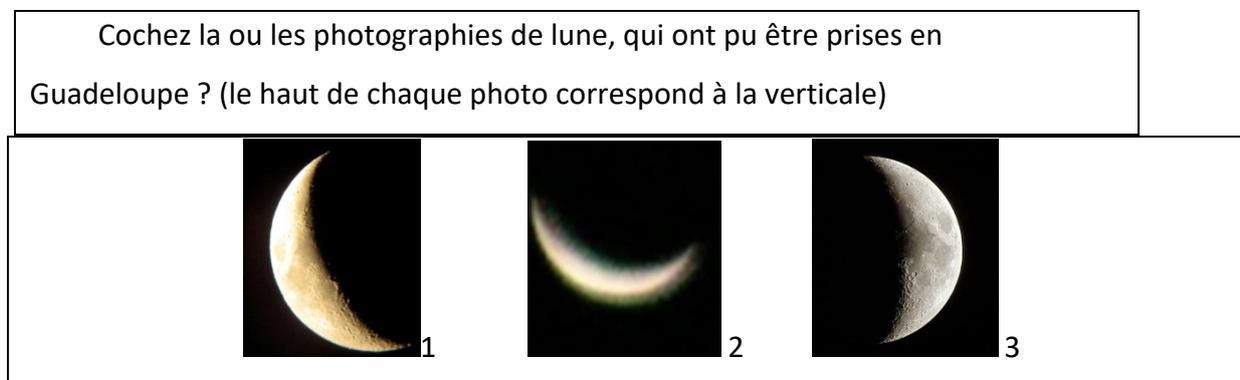


FIGURE 30 - TROIS PHOTOGRAPHIES AU CHOIX

Seule la deuxième photographie correspond à une observation réalisée sous une latitude intertropicale, il s'agit donc de la réponse attendue. La première photo correspond à une observation habituelle en zone tempérée, la troisième, verticale correspond à une observation au pôle.

Trois types d'exploitation de résultats ont été menés, des tris à plat, des tris croisés systématiques et une analyse des correspondances multiples (ACM) permettant de représenter facilement les réponses à des questions mises sous forme disjonctive complète (Lebart, Piron et Morineau, 2006).

Les tris croisés présentés au fil du texte sont des tests de Khi2 significatif à 5% avec éventuellement une correction de Yates lorsque ceci est nécessaire. Les histogrammes des mois cités sont construits à partir des mois cités par l'ensemble des étudiants dans les questions ouvertes positionnées sous les caractéristiques climatiques des saisons.

L'analyse des correspondances multiples réalisées reprend les profils de réponses aux quatre saisons, à la question sur le soleil, celle sur les photographies de lune ainsi que les spécialités souhaitées. Les catégories des réponses aux questions sur les saisons sont encodées « profil 1 » pour les réponses attendues et valides (par exemple, l'hivernage 1 correspond aux réponses « humide et chaude » ou « humide » ou « chaude ») et 2 pour les autres. Les réponses sur le soleil sont encodées : 1 se lève à l'Est et est orienté Nord ou Sud, 2 se lève à l'Est et autre orientation, 3 ne se lève pas à l'Est. Pour les réponses sur la lune, les

catégories sont : 1 photographie 2 (attendue), 2 photographie 2 plus une autre photographie, 3 photographie 1 et 3 ou photographie 1 ou photographie 3, 4 non réponse.

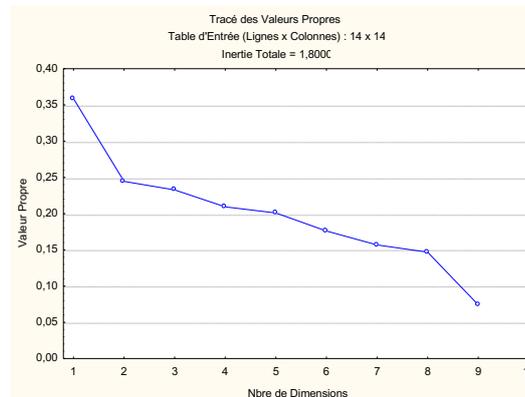


FIGURE 31 - VALEURS PROPRES DES DIFFERENTS AXES

Pour l'analyse, seuls les deux premiers axes sont conservés (Figure 31) pour une inertie cumulée de 33.5%.

2.2.2.3 Résultats

2.2.2.3.1 Les étudiants scientifiques guadeloupéens décrivent mieux les saisons tempérées que celle de Guadeloupe

Les profils de description des saisons réalisées par les étudiants de sciences en première année d'université en Guadeloupe font apparaître une opposition entre l'hiver et l'été pour lesquels les réponses sont majoritairement valides, et carême et l'hivernage (Figure 32).

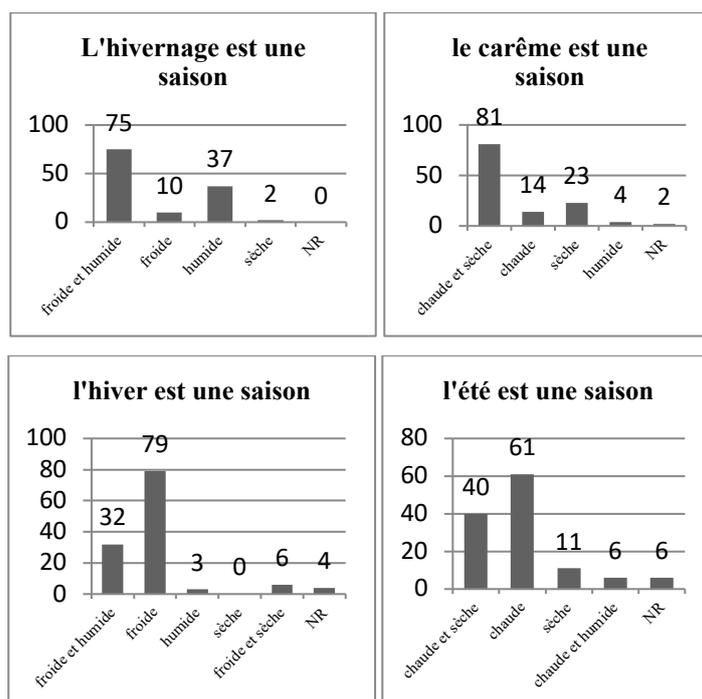


FIGURE 32 - DESCRIPTION DES SAISONS

Pour le carême et l'hivernage derniers, on n'observe aucune réponse attendue (hivernage chaude et humide, carême froid et sec), 19% ou 30% de réponses valides (hivernage humide, carême sec) et entre 70% et 80% de réponses erronées. À l'inverse l'été et l'hiver sont décrits correctement dans plus de 90% des cas. Ces profils de réponses sont très fortement dépendant deux à deux ($p < 0,001$). Une correspondance ($p < 0,05$) entre les réponses à l'hivernage et les spécialités souhaitée est à noter : les réponses valides sont plus souvent données par les étudiants se destinant à la filière MIPC (Math, Informatique, Physique, Chimie) que par ceux se destinant à la Filière SN (Sciences Naturelles).

Les mois cités pour l'été correspondent aux saisons astronomiques (Figure 33). Ceux cités pour l'hiver sont décalés aux alentours de Noël : novembre et décembre sont cités 139 fois et pour seulement 3 mars. Le Carême est le plus souvent situé entre février et juin et l'hivernage est décalé vers la fin de l'année (octobre novembre décembre).

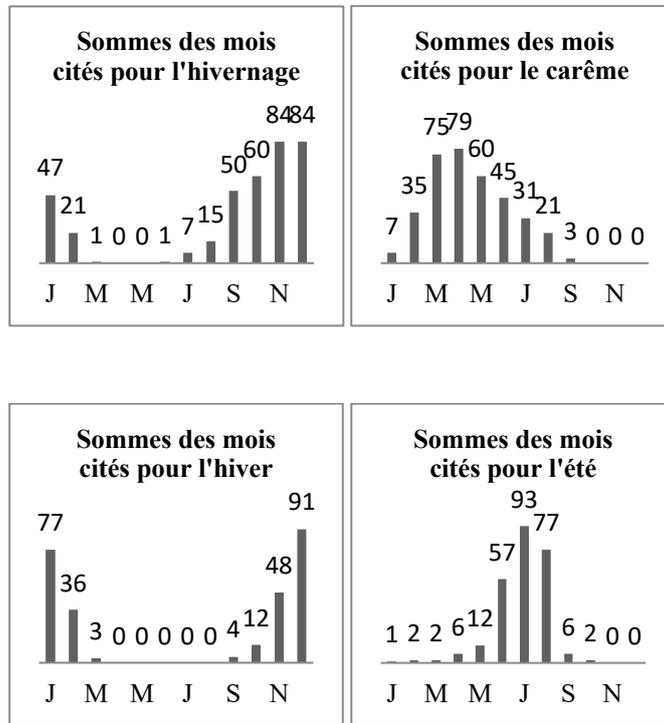


FIGURE 33 - LES MOIS CITES POUR CHAQUE SAISON

Pour l'hivernage et le carême, certains étudiants proposent des mois appartenant à l'autre saison (Figure 34). Il existe une forte dépendance ($p < 0.001$) entre les profils de réponse à ces deux questions ce qui montre une cohérence attendue entre les réponses aux différentes questions. Pour l'hivernage ($p < 0.001$) comme pour le carême ($p < 0.05$) il existe une correspondance entre la validité des mois cités et celles des descriptions climatiques de la saison.

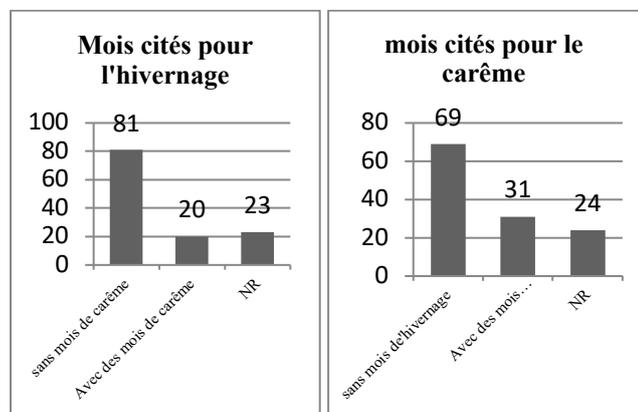


FIGURE 34 - LES PROFILS DE MOIS CITES

2.2.2.3.2 Les étudiants Guadeloupéens ne choisissent pas la photographie correspondant à l'observation de la nature

Plus de 10% des étudiants de science de L1 donnent la réponse attendue : le soleil, en zone intertropicale se lève à l'est, et est parfois orienté au nord, parfois au sud (Figure 35). Il s'agit d'une des définitions des tropiques. Près de deux tiers proposent une réponse valide et incomplète en ne cochant que la case indiquant que le soleil se lève à l'est ; 11% annonce qu'il se lève à l'Ouest.

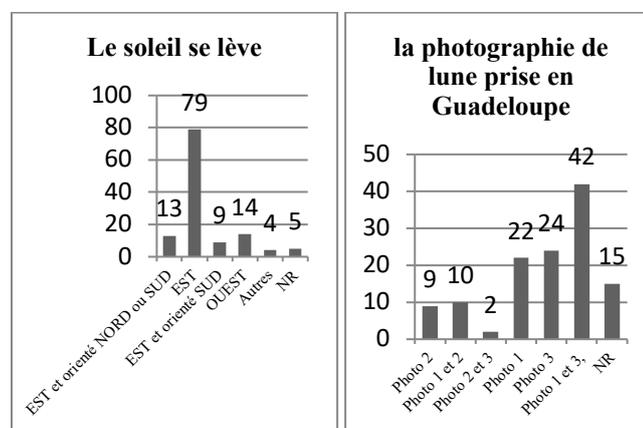


FIGURE 35 - SOLEIL ET LUNE

Sur les trois photographies, seule la deuxième a été prise en Guadeloupe. Seulement 7% des étudiants ont coché uniquement cette photographie, 10 % ont l'ont coché avec une autre photographie. Les réponses les plus données (71% au total) sont celles qui excluent la photo deux. Une correspondance ($p < 0.05$) existe entre la validité des réponses sur l'orientation de la lune et celle des mois cités pour décrire l'hivernage.

2.2.2.3.3 Ces deux questions structurent la répartition des profils de réponse dans l'échantillon

L'analyse des correspondances multiples (Tableau 1) oppose en F1 (axe présentant la plus forte inertie) les réponses valides aux descriptions climatiques du carême et de l'hivernage à celles qui ne le sont pas. L'axe F2 (deuxième axe le plus explicatif) oppose des réponses valides pour les questions sur la lune et le soleil à celles qui ne le sont pas. Les étudiants souhaitant suivre la spécialité MIPC sont également opposés par l'axe F2 à ceux

qui désirent poursuivre leurs études en Biologie et Géologie. Les réponses de ces derniers correspondent aux réponses non valides sur la lune et le soleil.

Tableau 6 - Profil des réponses ayant des inerties importantes sur les deux axes

F1 négatif	F1 Positif	F2 négatif	F2 positif
Carême valide (29.7) Hivernage valide (29.1)	Hivernage non valide (12.4) Carême non valide (6.7)	Spécialité souhaitée : SN (24.4) Soleil ne se lève pas à l'est (4.8) Lune photo non valide (4.1)	Lune photo valide (36.1) Soleil se lève à l'est et est orienté parfois au sud, parfois au nord (12.6) Spécialité souhaitée MIPC (10.7)

2.2.2.4 DISCUSSION

2.2.2.4.1 Une tension entre le culturel et le didactique d'une part et l'observable d'autre part

La photographie de la lune prise en Guadeloupe est choisie par seulement 17% des étudiants scientifiques de première année. Moins de 10% n'ont choisi que cette photographie. La nuit tombante entre 17h30 et 19h selon la période de l'année en Guadeloupe, nous excluons a priori l'hypothèse que les étudiants ne regardent jamais la lune. Dès lors, la question est de savoir ce qu'ils voient quand ils la regardent. En ont-ils une perception sans attention leur donnant une connaissance vague ? Il serait alors possible de considérer que cet observable fonctionne comme un obstacle épistémologique lié à la connaissance générale (Bachelard, 1938) vis-à-vis d'apprentissages de collège (11 à 15 ans). Les élèves parvenus à l'université peuvent être considérés comme ceux qui ont été sélectionnés par le système éducatif. Ont-ils, par compréhension du contrat didactique (Brousseau, 1984), relié tout questionnement sur la lune à l'identification de ses phases (les réponses les plus données étant les deux photographies les plus proches des modèles classiquement utilisés dans ce cadre) ? Cette explication peut aboutir à imaginer les élèves fonctionnant différemment (en termes de pratiques mais aussi de conceptions) dans le monde quotidien (où ils perçoivent l'orientation de la lune) et dans le monde scolaire où l'essentiel est de décoder les attentes des enseignants, y compris lors d'un questionnaire anonyme mais passé dans un amphithéâtre. Un autre type d'interprétation tenant plus

compte du rapport au réel et à l'observable peut concevoir l'Umwelt (Uexküll, 1965) ou monde propre, des étudiants scientifiques de première année. Leur représentation de la lune serait construite par rapport à des modèles et des observations où la lune est verticale ou faiblement inclinée : modèles utilisés dans l'enseignement des phases de la lune (Leurette, 2009), modèles quotidiens comme les agendas, la météorologie télévisuelle ou l'observation de produits culturels en zones tempérées (films, documentaires, livres de jeunesse, illustrations diverses). On considère alors que lorsqu'ils lèvent les yeux le soir, ils perçoivent la lune comme étant verticale. Il est aussi possible qu'ils aient « regardé sans voir » ce qui « équivaut à un mouvement inconscient, une absence » pour Ozouf (2004).

Les résultats sur les saisons montrent que les étudiants scientifiques de première année de Guadeloupe décrivent beaucoup mieux les saisons dites tempérées que celles de leur environnement tant en termes de périodes de l'année (mois cités) que de caractéristiques climatiques. Les saisons et leurs rôles sur l'occupation du milieu par les êtres vivants sont des éléments des programmes nationaux de SVT de sixième (11 -12 ans) sans qu'il soit précisé de quelles saisons il est question. Mais l'occupation des milieux n'est que faiblement expliquée par les saisons en zone caribéenne où l'écologie oppose les forêts tropicales humides aux forêts sèches (critère de pluviométrie) et zones de mangroves (salinité). Les ressources culturelles mondialisées sont également une source importante d'informations sur les saisons tempérées de l'hémisphère nord et le fait que l'hiver soit, pour les étudiants guadeloupéens, décalé aux alentours de Noël n'y est sans doute pas étranger.

2.2.2.4.2 Les interactions entre l'environnement observé et les conceptions scientifiques

Il existe des correspondances significatives entre certaines réponses à ces questions (mois cités et photographies de lune par exemple) et des correspondances entre les profils de ces réponses (ACM). Le fait de répondre selon l'observation ou de manière valide structure les deux premiers axes du nuage de points. Il n'est pas possible, au vu de nos résultats, de mesurer précisément l'importance relative ni les interactions des trois dimensions permettant de construire les conceptions mises en question dans cette discussion que sont l'observation de la nature, les éléments et représentations issus de divers produits culturels et l'impact des enseignements scientifiques. Mais l'importance de

l'observation de la nature, au centre du concept d'obstacle épistémologique, est marginale pour les deux exemples étudiés. Ceci confirme l'idée que l'aptitude à prendre en compte l'observation du réel dans la construction des conceptions scientifiques serait une compétence générale qui est d'ailleurs l'un des principaux objectifs de l'éducation scientifique du secondaire (comprendre le monde, expliquer scientifiquement l'observable). Nous semblons ici confrontés à une sorte d'obstacle épistémologique inversé dans le sens où ce n'est pas l'observation première de la nature qui rend plus difficile la compréhension de concepts scientifiques universels mais le choix de contenus (exemples, modèles, ordre de notions) scientifiques enseignés qui explique imparfaitement l'observable dans un contexte géographique particulier. Cette conclusion se rapproche de l'idée d'obstacle didactique (Brousseau, 1976 ; Clément, 2003), dans le sens où il est édifié lors d'actes de formation construits pour d'autres objectifs (comme les phases de la lune).

2.2.2.4.3 Des implications pour l'enseignement des sciences

Après avoir montré que les conceptions sur la nature des sciences sont construites culturellement, Hongming (2012) propose d'adapter l'enseignement des sciences pour tenir compte des croyances et valeurs présentes chez les enfants chinois. Il est possible d'imaginer des stratégies pédagogiques dont l'efficacité reste à valider. En premier lieu, nous ne pouvons que nous inscrire dans la promotion d'un enseignement des sciences basé sur les contextes intégrant des démarches d'investigation à partir d'observations de l'environnement. Pour la compréhension des saisons et son importance sur la répartition des êtres vivants, il semble particulièrement utile, dans le contexte climatique antillais, de travailler sur les perceptions de la température et de l'hygrométrie afin d'éviter les confusions possibles entre le « il fait beau » et le « il fait chaud ». La prise en compte des résultats sur l'orientation de la lune pour l'enseignement paraît plus difficile à ce stade. Un travail plus particulier sur les limites des modèles utilisés dans l'enseignement est une piste intéressante. L'enjeu réel est en fait celui de la mise en place d'un véritable enseignement contextuel de l'astronomie dans le sens où il intégrerait l'importance du lieu d'observation des phénomènes astronomique.

2.2.3 Vers une définition des effets de contextes

Le projet Technologies éducatives pour l'enseignement en contexte (TEEC, qui est présenté en détail plus loin), a été le lieu de collaboration avec des spécialistes des interactions didactiques et notamment Françoise Détienne, Mickael Baker et Chloé Le Bail ainsi qu'avec Lionel Prévost, spécialiste de reconnaissances automatique d'états émotionnels. Ces collaborations ont pour objectif de proposer des descriptions plus formelles d'effets de contextes enregistrés lors de séquences de collaboration entre élèves. Le principe consiste à élaborer conjointement des descriptions multidimensionnelles des effets de contextes dans le but de pouvoir en construire une typologie robuste. L'intérêt de cette typologie réside dans l'outil qu'elle pourrait constituer pour les chercheurs à travers la description des phénomènes de contextualisation (bien au-delà de tension faible/forte) et pour les enseignants en tant qu'aide à l'utilisation didactiques des effets de contextes.

La notion de séquence d'effet de contexte (SEC) a été décrite sur plusieurs exemples notamment sur l'apprentissage de la géothermie et du conte. Elle présente l'effet de contextes comme un événement du type conflit sociocognitif dans le sens d'un événement construit à travers différentes phases d'un débat : négociation, désaccord et verbalisation (dans le sens d'explicitation des conceptions).

Bien évidemment, cette définition restreint l'effet de contextes à des événements explicites, des accords verbalisés dans le cadre de collaboration entre apprenants mais il permet de dépasser la dimension ponctuelle de l'incident en en présentant la genèse et la résolution autour d'un modèle de Grounding (Baker, 2007). Claire Anjou (Figure 36) dans la conclusion de sa thèse propose de décrire trois phases : le common ground, la prise de conscience et le grounding.

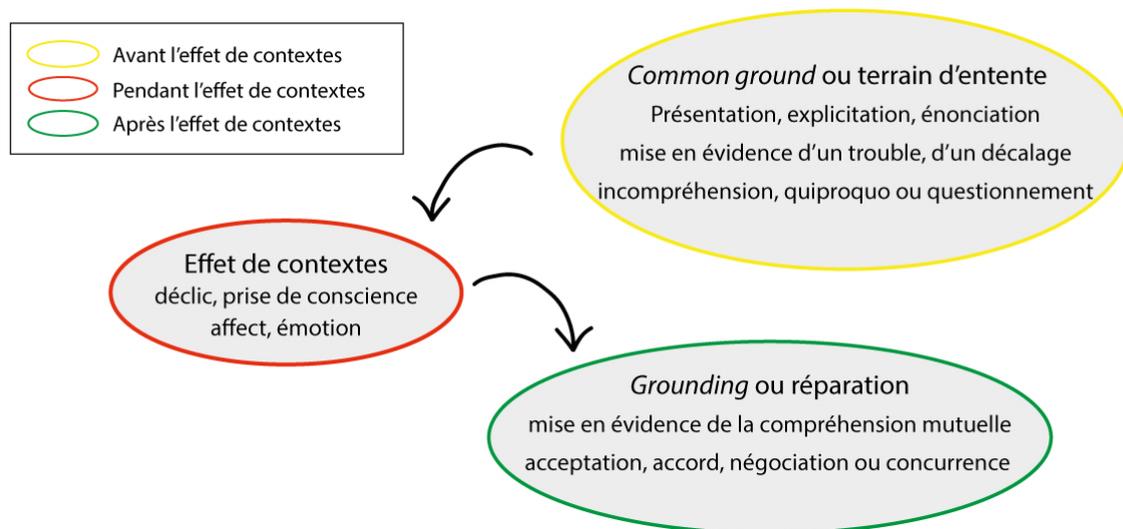


FIGURE 36 - LES TROIS PHASES DE L'EFFET DE CONTEXTE (D'APRES ANJOU 2018)

Pour ma part, si l'intérêt de la notion de Séquence d'effet de contextes me semble indiscutable et de grande portée scientifique, l'importance du conflit dans ce modèle me paraît légitimé par le modèle du conflit sociocognitif sous-jacent. Il correspond imparfaitement à l'ensemble des effets de contextes fondé non par le conflit ou la controverse (dans le cas des QSV) mais par la découverte de la contextualité de ses propres conceptions ainsi que de celles de ses collaborateurs. Ainsi la dimension socioaffective des effets de contextes ne privilégie pas l'inquiétude ou la colère à la joie ou la surprise.

Pour finir cette partie portant sur la notion d'effet de contextes, il nous semble à ce jour difficile et présomptueux de proposer une définition définitive de ce concept. Pour autant, quelques idées peuvent ici être rappeler pour en esquisser les contours :

- Il s'agit d'un événement repérable dans les apprentissages, qu'une connaissance du contexte permet d'éclairer.
- A l'instar de l'effet de contrat, cet événement illustre un phénomène existant qui est dans ce cas, la dimension contextuelle des conceptions de deux acteurs en interactions ;
- Cet événement est généralement marqué par des affects repérables ;
- Il se construit lors d'une séquence d'interaction (SEC) :
- Il peut induire un obstacle à l'apprentissage ou être utilisé à la manière d'un objectif obstacle.

Cette définition basée sur la description de ce qui est observé, ne couvre sans doute pas l'ensemble des éléments que les autres définitions suggéraient. Un certain nombre d'effets de contextes apparaissent lors des échanges entre apprenants mais sont rapidement écartés par le groupe. Par exemple, dans le cadre de l'itération portant sur le sucre, un élève Québécois demande : « mais le sucre, est-ce que l'on peut le mettre dans d'autres contenants comme des bouteilles ? ». Il s'agit d'un effet de contexte langagier, le terme de canne désignant pour elle une boîte de conserve, elle n'avait pas perçu qu'il s'agissait d'une plante particulière en Guadeloupe. Cet effet de contextes n'est pas repris par le groupe, ne donne pas lieu à une séquence d'interaction. Il y a également ce qui n'est pas détecté ou pas détectable par nos méthodes d'analyses, l'analogie de l'iceberg peut-elle être évoquée à propos de l'effet de contextes ?

2.3 Enseignements basés sur les effets de contextes

En 2014, l'idée de mettre en place des enseignements basés sur les effets de contexte apparaît lors de discussions avec Jacqueline Bourdeau. L'enjeu initial est de créer des séquences d'apprentissage où les effets de contextes sont considérés non comme des obstacles épistémologiques, mais comme des moteurs d'apprentissage. Cette idée a d'abord été mise en œuvre sur l'étude de la notion de grenouille (projet Gounouy) qui impliqua des élèves, enseignants et chercheur de Guadeloupe et du Québec. A partir de cette étude princeps, une méthodologie de type Design Based research aboutira à la mise en place de nombreuses itérations à travers trois projets, GEOTREF, TEEC et Form@link.

2.3.1 Gounouy : les premiers effets de contextes enregistrés

Le projet Gounouy est la première tentative de d'organiser un enseignement basé sur les effets de contextes. Il associe des chercheurs et enseignants de Guadeloupe (Sophie Fécil, Yves Mazabraud et Thomas Forissier) et du Québec (Jacqueline Bourdeau, Alain Stockless et Manon Couture).

2.3.1.1 Présentation du projet

Les acteurs d'une relation didactique sont rassemblés par l'existence de deux intentions potentielles ou réelles : la première, celle du professeur, est de transmettre une notion (au sens large, attitude, connaissance, technique, processus), la deuxième, celle de l'élève, est de l'apprendre. Chaque acteur d'une relation didactique possède ses propres contextes. Ils agissent plus ou moins fortement sur la représentation que l'acteur possède de cette notion et peuvent interagir entre eux. Si des écarts entre les contextes externes de chacun des acteurs existent, ils peuvent mener à l'apparition d'effet de contextes (interne). L'objectif de ce projet est de construire un enseignement mettant en scène de grands écarts de contextes externes. Aux contextes dont la nature est proche de celle des objectifs d'enseignement (contexte didactique, par opposition aux contextes pédagogiques qui sont

de natures différentes de l'objectif principal d'un enseignement). Pour ce faire, un modèle du type « Fleurs » est mobilisé (

Figure 37).

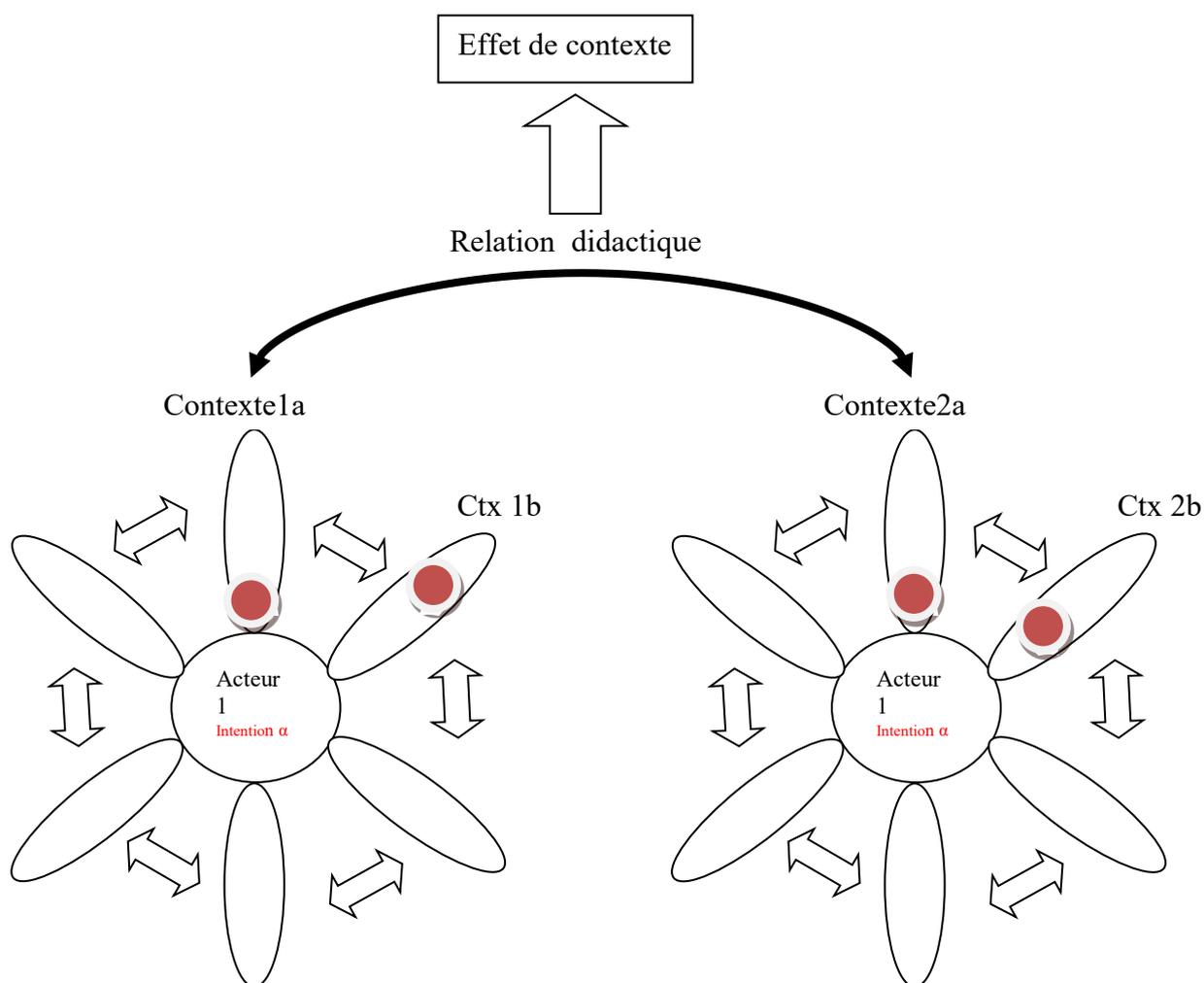


FIGURE 37 - UN MODELE DU TYPE FLEUR

Le problème de départ est formulé dans le rapport bachelardien des conceptions au milieu naturel : « Comment le milieu naturel implique-t-il des différences de conceptions sur le concept de Grenouille ? ». Une hypothèse est formulée de la manière suivante : « En comparant les conceptions entre acteurs de contextes naturels différents, des conceptions complexes seront élaborées par les apprenants. »

En suscitant la comparaison entre les contextes et en provoquant l'échange entre les acteurs des deux contextes, des effets de contextes émergeront et pourront être observés.

La stratégie adoptée consiste à construire un scénario à partir d'une comparaison entre deux contextes externes (imaginé sur un modèle de fleur). Nous pensons alors que comparer deux contextes permet une meilleure compréhension d'une notion scientifique sans en caractériser formellement la raison d'où le terme approximatif de « riche » qui est utilisé à l'époque. Nous nous posons la question du contexte dans la relation du général au particulier. Et écrivons que nous souhaitons que les élèves « ordonnent mieux ce qui est spécifique à l'exemple observé et ce qui est commun au concept général ».

La question de la gestion de l'effet de contextes est alors posée. Quatre actions possibles sont identifiées : ignorer l'effet de contextes, l'adapter, l'exploiter ou le provoquer. Dans le cadre du projet Gounouy, il est collectivement décidé de provoquer l'effet de contexte en suscitant la comparaison entre les contextes et en provoquant les échanges entre les acteurs des deux contextes. Ce choix de provoquer l'effet de contextes est fait à la fois dans un but didactique, mais aussi dans le but scientifique visant à décrire et étudier le phénomène.

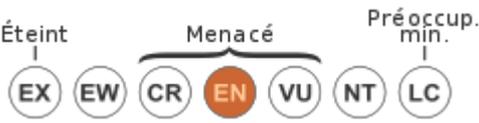
L'enjeu théorique de cette recherche est de faire apercevoir les distinctions entre 2 mécanismes :

- Effet de contextes lié au décalage de contexte naturel (contexte d'observation direct)
- Effet de contextes lié au décalage de coconstruction d'un concept sur deux territoires différents.

Une comparaison des Ouaouarons et des Hylodes est à l'origine de la scénarisation, elle prend la forme d'un tableau (Tableau 7).

Tableau 7 - Comparaison entre les grenouilles étudiées

<p>Euleuthérodactylus johnstonei Eleutherodactylus martinicensis Eleutherodactylus pinchoni Eleutherodactylus barlagnei</p>	<p>Lithobates catesbeianus</p>
<p>Pendant la saison humide, les pics autour de Juin à Août (Ovaska 1991; Savage, 2002). Les femelles approchent appelant les mâles à initier cour. A plusieurs reprises, un mâle s'éloigne, en appelant doucement, et la femelle suit jusqu'à atteindre une fois site de ponte possible. D'autres mâles peuvent suivre et de concourir pour la femelle avec des appels et, parfois, des moyens physiques. La Femelle accepte le mâle en reculant sous lui. Le mâle serre la femelle grâce à l'amplexus ou perché sur son dos. Les deux passent par pulsations abdominales et les spasmes du corps avant que la femelle commence à pondre des œufs (Bourne 1997).</p>	<p>Reproduction aquatique de la fin mai à mi juillet au Québec.</p>
<p>Les œufs et les petites grenouilles se trouvent toute l'année, mais le plus souvent pendant les mois les plus humides et contiennent 10-30 œufs non pigmentés couverts d'une fine couche de mucus visqueux. Nouvellement établies, œufs diamètres moyens d'environ 3,0/ 4 mm. Les petites grenouilles éclosent en utilisant une dent spéciale située sur la pointe du museau. Les petites grenouilles atteignent la maturité sexuelle à environ un an (Bourne, 1997; Savage, 2002).</p>	<p>Les œufs sont pondus en couche sur la surface de l'eau, couvrant 0,5 à 1 m², l'éclosion se déroule 3-5 jours après (Bury et Whelan, 1984).</p> <p>Les ouaouarons sont extrêmement prolifiques, produisant jusqu'à 20.000 œufs par couvée (Schwalbe et Rosen, 1999). Les femelles peuvent perdre jusqu'à 27% de leur masse corporelle au cours de la ponte (Judge et al., 2000).</p>
<p>Cri : pour johnstonei Deux notes sifflets qui peut être répétée à un maximum de 60 fois par minute. La première note a une fréquence de 2 kHz pour les 70-90 millisecondes. La deuxième note, d'une durée de 180 à 270 millisecondes, s'élève brusquement d'environ 3 à 4 kHz. Intervalle</p>	<p>Le cri du ouaouaron est profond et résonant, souvent décrit comme un " wrebbit " grave et rauque. Un chœur complet peut s'entendre à un demi-kilomètre de distance.</p>

<p>moyen entre deux appels est de 1,2 secondes (Savage, 2002). Appels de ponte sont identiques aux appels de retraite diurnes, mais sont différents des appels de séduction initiale par la durée et la fréquence (Bourne 1997).</p>	
<p>Pour pinchoni et barlagne (UICN):</p>  <p>EN B1ab(iii,v)+2ab(iii,v) : En danger</p> <p>Pour martinicensis NT</p> <p>Pour johnstonei LC, invasif</p>	 <p>LC : Préoccupation mineure</p>
<p>Une des plus petites espèces de grenouille : 16 mm en moyenne pour les mâles, 20 mm pour les femelles</p>	<p>Une des plus grosses espèces d'anoure : de 111 à 178 mm pour les mâles et de 120 à 183 mm pour les femelles, adulte elle pèse 600 g exceptionnellement jusqu'à 1 kg.</p>
<p>Chant toute l'année, plus important en hivernage (saison humide)</p>	<p>Torpeur J. (Hibernation). Les ouaouarons ne sont pas tolérants au gel. En automne, les adultes deviennent engourdis avant le gel se produit, alors que l'activité des mineurs se poursuit jusqu'au temps de gel (Willis et al., 1956). Hibernation se déroule généralement sous l'eau (Treanor et Nichola, 1972), où les individus s'enfouissent dans la boue de surface ou de construire des fosses de protection (Harding, 1997). Les Ououarons juvéniles vont cesser l'activité motrice entre 0-1 ° C (Lotshaw, 1977).</p>

A partir de l'analyse experte des différences entre ces deux grenouilles, qui est considérée comme des contextes externes (Tableau 7), il est décidé de faire travailler les élèves par équipe sur chacun des thèmes identifiés. Nous pensons que plus les écarts des contextes externes sont importants et plus nous avons de chances de pouvoir observer des effets de contextes.

2.3.1.2 Éléments de méthodologie

Le scénario proposé comprend trois phases (Figure 38), une phase d'organisation, une phase d'investigation croisée puis une phase de synthèse. Les interactions entre les élèves sont prévues et servent à paramétrer un espace numérique de travail adapté.

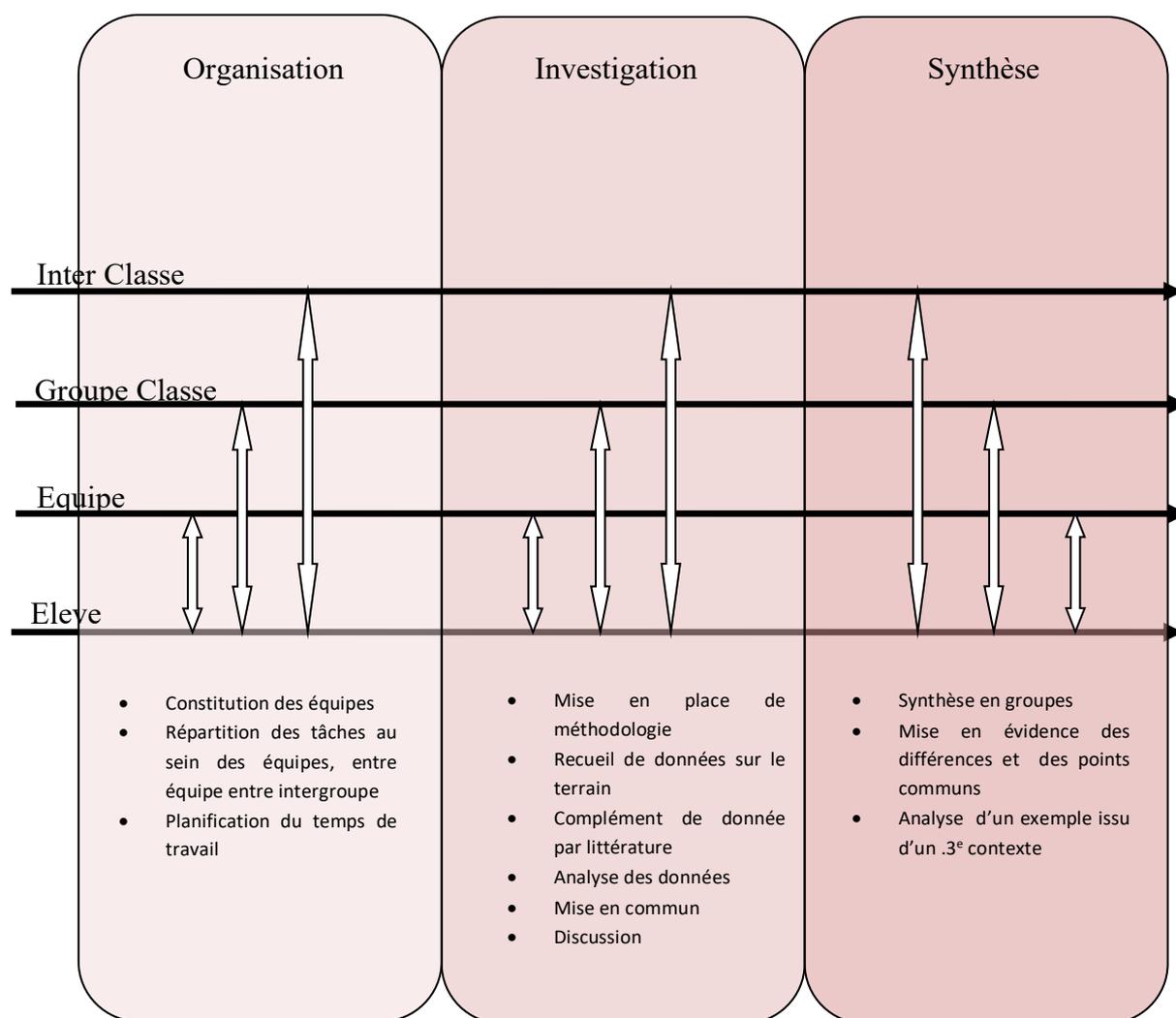


FIGURE 38 - SCENARIO PEDAGOGIQUE PROPOSE

Le corpus comprend des entretiens pré test et post test avec les élèves pendant lesquels ils répondent à des questions parfois écrites ou dessinées, des enregistrements vidéo des documents et échanges postés par les élèves sur l'environnement numérique de travail (Tableau 8). Les méthodes d'analyse consistent en des tris à plats et croisés des

réponses et d'observation des visioconférences pour identifier et décrire des effets de contextes.

Tableau 8 - Un corpus mixte

Types de données	Valeur quantitative
Texte	210 pages
Enregistrement audio	1H05
Enregistrement vidéo	3H39min31
Photo	122

2.3.1.3 Résultats

A la fin du projet Gounouy les résultats sont nombreux et les acteurs impliqués souhaitent tous poursuivre ce type d'expérience. En premier lieu, ils montrent de nombreux changements de réponses entre les pré et post test. Ces changements sont quantitatifs mais également qualitatifs. Certains types de réponses disparaissent et d'autres apparaissent. Pour la première fois des effets de contextes in situ sont enregistrés à des fins de recherche.

2.3.1.3.1 Exemples d'analyse des pré test et post test

A titre d'exemple (Figure 39), la quasi-totalité des élèves de Guadeloupe, lorsqu'on leur demande d'imiter le chant d'une grenouille, imite le chant de la rainette ou celui de la grenouille des comptes de fée. En post test, ils ne sont plus que deux.

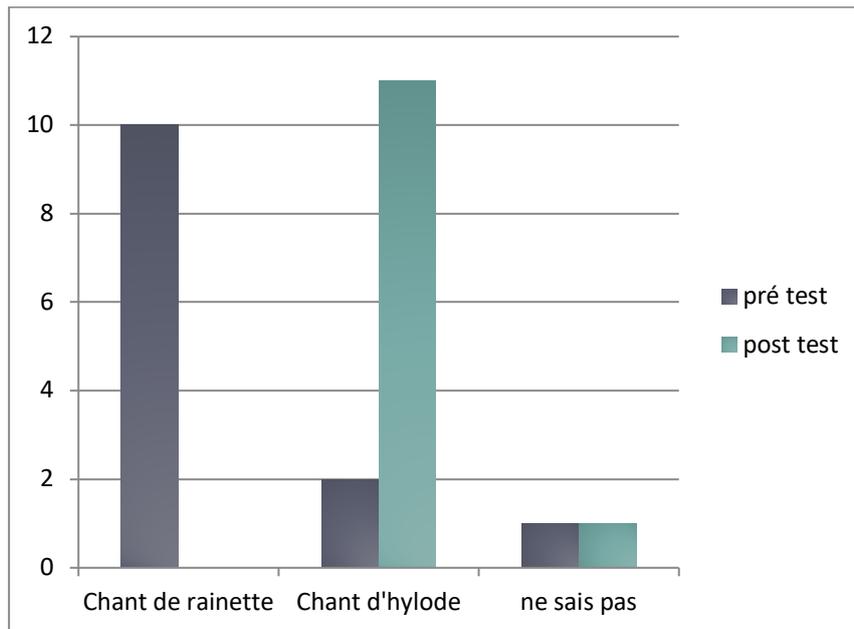


FIGURE 39 - UN EXEMPLE D'ÉVOLUTION DE REPONSE AUX QUESTIONS EN PRE ET POST TEST

Un autre exemple est celui des dessins réalisés par des élèves (Figure 40), Il montre en pré test l'existence de représentation de petits personnages qui ne sont pas dans le registre du dessin d'observation. Cette catégorie disparaît en post test.



FIGURE 40 - DESSINS DE GRENOUILLE EN PRE TEST (GAUCHE) ET POST TEST (DROITE)

Un autre type de réponse qui n'était pas prévu dans les catégories de l'analyse a priori des entretiens consiste en des réponses extrêmement précises notamment sur la reproduction. Certains élèves en post test présentent les deux grenouilles à travers leurs différences et discutent de la variété de la notion de grenouille. Ces réponses seront qualifiées d'expertes. A titre d'exemple, à la question comment se développent les grenouilles, un élève répond :

« Par ex l'hylode de Martinique *Eleutherodactylus martinicensis* a un développement dans l'œuf, c'est à dire a une phase têtard mais cette phase ci se passe dans l'œuf et elle sort directement sous forme de grenouille.... tandis que les grenouilles qui vivent dans l'eau et qui passent par le stade têtard.... donceuh...des œufs sont pondus puis ils éclosent les têtards vivent pendant un certain temps dans l'eau les pattes apparaissent les pattes avant les

pattes arrière puis une fois sortie de l'eau elles deviennent à leur tour adulte elles sortent de l'eau et pondent ».

2.3.1.3.2 Des effets de contextes enregistrés

La chose la plus importante dans cette étude est l'enregistrement de plusieurs moments particuliers qui sont dénommés effet de contextes. Trois exemples vont être décrit ci-dessous.

Exemple 1 : les têtards dans la mare

Dans le cadre de la démarche d'investigation, chaque équipe s'est questionnée par rapport à son thème d'étude et a réfléchi à des axes de recherche pour tenter de répondre à son questionnement. Du matériel de recueil de données a été mis à leur dispositions (console de Visualisation Traitement Transfert (console VTT), épuisette, dictaphone, logiciel, documents sur le Moodle). Les élèves de Guadeloupe ont proposé à l'enseignante de sortir sur le terrain pour observer les grenouilles, ils ont en premier lieu proposé de chercher les grenouilles dans une mare proche du collège afin d'en observer les têtards (Figure 41).



FIGURE 41 - PHOTOGRAPHIE DES ELEVES A LA MARE DE MOREL

Un élève déclare : « *Nous avons récolté plusieurs têtards, nous allons devoir identifier de quel type de grenouille s'agit-il ? S'agit-il de la grenouille que nous recherchons ou pas ?* » L'élève à ce stade des investigations associe le stade têtards libre dans la mare à l'*Eleutherodactylus*. » L'idée même de chercher les têtards dans une mare semble en

décalage avec l'observation des grenouilles qui vivent sur les terrasses et dans les maisons et ce bien loin des mares. Leur recherche n'est logique que par rapport à une conception de grenouille prototypique sans lien avec des observations empiriques réalisées en Guadeloupe.

Exemple 2 : une grenouille qui mange des souris

Lors d'un échange de restitution d'investigation en visioconférence entre équipes homologues sur le sujet de l'alimentation, l'équipe de Guadeloupe commence par exposer ses données à l'équipe du Québec à savoir que l'*Eleutherodactylus* chasse de nuit à l'affût des insectes de petite taille et que sa respiration est principalement cutanée même si on retrouve une respiration pulmonaire. Puis les Québécois exposent leur travail et listent ce que mange le Ouaouaron : « Le *Ouaouaron* mange des chauve-souris, des rongeurs, des petites tortues, des mollusques, d'autres petites grenouilles, des écrevisses, des escargots, des poissons. Ils peuvent manger tout ce qu'ils peuvent avaler. ». Au moment où l'élève parle, l'équipe de Guadeloupe (Figure 42) montre des expressions de stupéfaction, puis d'hilarité.



FIGURE 42 - PHOTOGRAPHIE DES ELEVES SURPRIS EN ECOUTANT LA LISTE DES PROIES DU OUAOUARON.

A ce moment, les élèves guadeloupéens se rendent compte que le modèle de grenouille qu'ils ont construit lors de l'investigation sur l'*Eleutherodactylus*, n'est pas généralisable en bien des points. Imaginer une petite *Hylode* manger des souris est impossible.

Exemple 3 : le chant des grenouilles.

En situation de visioconférence entre équipes homologues, les québécois font écouter le chant du Ouaouaron aux élèves de Guadeloupe, ce qui déclenche l'hilarité chez ces derniers. (Figure 43)



FIGURE 43 - PHOTOGRAPHIE DES ELEVES RIANT EN ENTENDANT LE CHANT DU OUAOUARON.

Ces effets de contextes sont marqués par l'expression d'affects, souvent la surprise ou l'hilarité. Ils apparaissent à différents moments de l'investigation, Tableau 9). Sur le moment deux types seront décrits selon les contextes impliqués. Cette idée sera reprise ultérieurement par Claire Anjou dans sa thèse (Anjou, 2018). Pour ma part, je pense aujourd'hui que le type 1 n'est pas un véritable effet de contexte, mais simplement d'un choc sociocognitif ordinaire. Car il s'agit dans le type 1 de ce qui pourrait être appelé effet du contexte, observable dans le cas d'approche basées sur le contexte (CBA).

Tableau 9 - Deux types d'effet de contexte ?

Effet de contexte	Contexte 1	Contexte 2	Moment	Modalité d'émergence	Exemples
Type 1	Hylode	Conte de fée	Début d'investigation	Surprise, révélation d'un secret	Découverte de têtards
Type 2	Hylode	Ouaouaron	Fin de l'investigation	surprise hilarité	Alimentation chant

2.3.2 Conceptions et apprentissage sur la géothermie dans les Antilles

Dans le cadre du projet GEOTREF (géothermie haute énergie dans les réservoirs fracturés), Claire Anjou (2018) a effectué une thèse de didactique de la géothermie que j'ai eu le plaisir de co-encadrer avec Antoine Delcroix. Dans cette thèse, une itération portant sur la géothermie et faisant collaborer des futurs enseignants de sciences de Guadeloupe et de Montréal a permis de poursuivre la description d'effets de contexte mais surtout à été le lieu de développement initial d'une aide numérique à la création de scénarios pédagogiques nommé « Mazcalc ».

2.3.2.1 Présentation de l'expérimentation

Afin de mettre en œuvre l'expérimentation pédagogique basée sur les effets de contextes, deux groupes d'étudiants de niveaux équivalents distincts ont été impliqués. En Guadeloupe, l'expérimentation s'est organisée au sein d'une promotion de l'École Supérieure du Professorat et de l'Éducation, composante de l'Université des Antilles, aux Abymes. Il s'agit d'apprenants de niveau Master 1 et Master 2, en formation MEEF second degré, parcours SVT (Métiers de l'Enseignement, de l'Éducation et de la Formation en Sciences de la Vie et de la Terre). Un groupe de 12 étudiants en Guadeloupe a participé à cette itération, menée dans le cadre d'un cours sur l'innovation.

A Montréal, à l'UQAM, un groupe de 26 étudiants suivant un module de cours intitulé « Enseignement et apprentissage par projets en science et technologie au secondaire » a accepté de participer à cette innovation. Un groupe d'experts a été constitué. Leur rôle consiste à renseigner le Mazcalc et à être référents pour les étudiants lors de leurs investigations.

Afin de favoriser l'émergence des effets de contextes, des interactions sont nécessaires entre les apprenants de contextes différents ainsi que des investigations sous forme d'enquêtes menées dans chacun des deux contextes. L'organisation de la classe mise en place s'inspire de la méthode Jigsaw (Aronson, 1978). Celle-ci consiste à former des groupes de 4 à 6 élèves travaillant sur le même thème, puis à assigner des sujets d'étude complémentaires à chacun des élèves de chaque groupe.

L'organisation temporelle du scénario prévue s'organise selon quatre phases distinctes (Figure 44). Les apprenants sont organisés en deux grands groupes (l'un au Québec, l'autre en Guadeloupe) dans lesquels sont constitués de petites équipes. A chaque équipe d'un des deux groupes, correspond une équipe homologue de l'autre groupe, dite équipe miroir, avec laquelle des collaborations sont mises en place. Les flèches correspondent aux interactions. Les rôles de chaque acteur sont précisés par le Tableau 10.

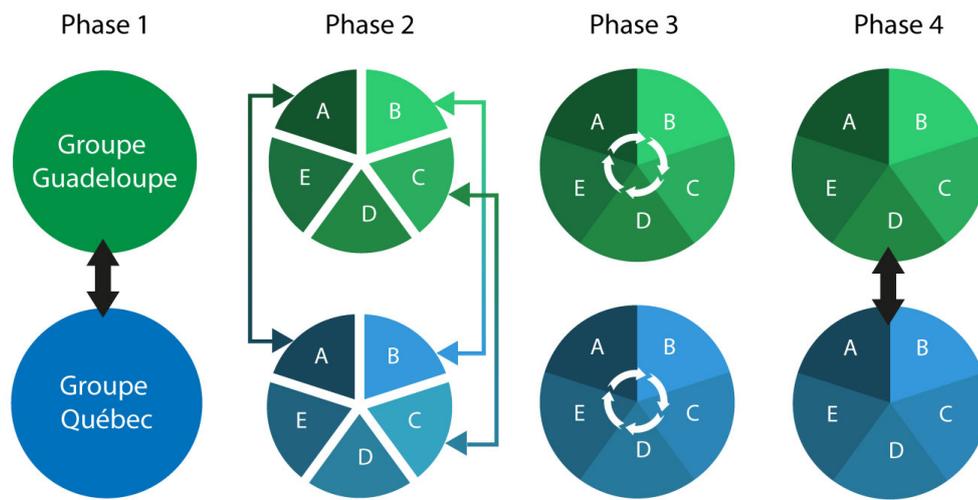


FIGURE 44 - ORGANISATION PEDAGOGIQUE DES INTERACTIONS

Tableau 10 - Organisation pédagogique prévisionnelle de l'expérimentation (d'après Anjou 2018)

Phase 1	Présentation du scénario pédagogique Débat, choix de thématiques communes Échanges inter-groupes 1 séance	Après la présentation pédagogique, les étudiants doivent se mettre d'accord sur des thématiques communes d'un côté comme de l'autre. Pour ce faire, une visio conférence entre les deux groupes est mise en place. Enseignants : encouragent le débat, peuvent intervenir, questionner pour stimuler l'échange. Chercheurs : enregistrent les échanges.
Phase 2	Investigations scientifiques Échanges inter-équipes Plusieurs séances	Chaque thématique est investiguée par deux équipes, une côté Guadeloupe et une côté Montréal dans le contexte local. Des visio-conférences sont mis place entre les équipes homologues pour échanger les idées et pistes d'investigation. Enseignants : guident les étudiants. Chercheurs : enregistrent des échanges.
Phase 3	Préparation de la présentation finale Échanges intra-groupes 1 ou plusieurs séances	Les étudiants préparent une présentation commune au groupe, en collaborant sur les différentes thématiques investiguées. Enseignants : guident les étudiants. Chercheurs : enregistrent des échanges.
Phase 4	Oral évaluation et débriefing Échanges inter et intra groupes 1 séance	Les étudiants présentent leurs conclusions sous la forme d'une présentation orale en visio-conférence entre groupes, ils peuvent également poser des questions sur les présentations de l'autre groupe. Un bilan et des discussions autour du projet sont organisés.

Le sujet communiqué aux étudiants concerne une entreprise de stockage de données numériques voulant s'implanter au Québec et en Guadeloupe et désireuse d'utiliser la géothermie, comme complément énergétique afin de faire des économies. La consigne était de mener une investigation par petites équipes en collaboration entre la Guadeloupe et Montréal, puis de travailler ensuite en collaboration au sein du groupe classe afin de trouver l'endroit sur le territoire le plus propice pour l'installation de l'entreprise et donc de répondre au problème initial.

Comme dans le cas de Gounouy, des écarts de contextes externes ont permis de structurer les différents thèmes travaillés par les étudiants sur la géothermie qui correspond à des objets bien différents en Guadeloupe (Géothermie haute énergie exploitée par une usine) et au Québec (pompes à chaleur individuelles).

2.3.2.2 Exemples de résultats

Après une analyse à plat des réponses aux tests, nous catégorisons les réponses autour de deux axes :

- Réponses expertes ou naïves (on tient compte de la quantité de mots scientifique dans les bardanes par exemple) ;
- Réponses contextuelle ou acontextuelle (présence de volcan sur les dessins ou représentation d'usine par exemple).

Une ACM est alors produite (Figure 45). Elle permet de voir que les conceptions des deux groupes d'étudiants sont distantes en pré test : les Guadeloupéen (de SVT) sont proches des modalités contextuelles naïves, alors que les Québécois (Sciences et techniques) semblent avoir des conceptions plus naïves acontextuelles. En post test, les conceptions des deux groupes sont proches l'une de l'autre et de type expertes contextuelles.

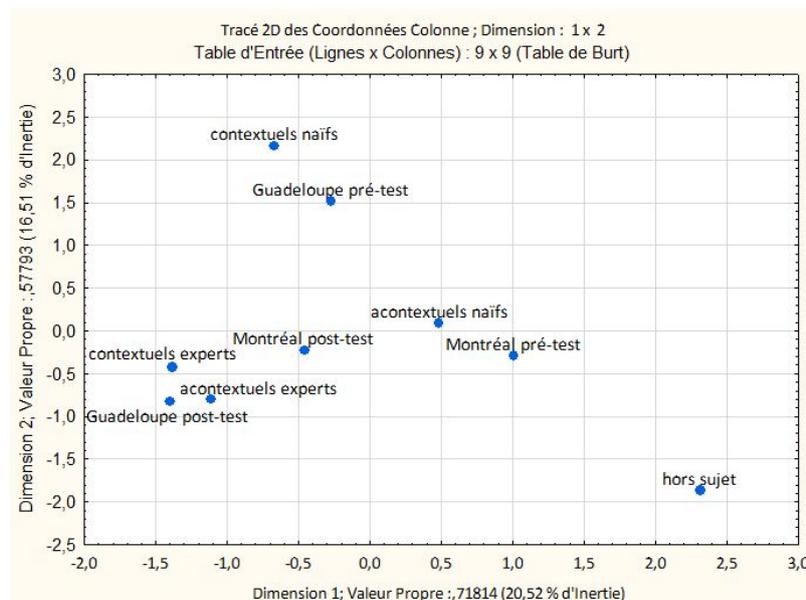


Figure 45 - Les conceptions en post test sont plus expertes et plus contextuelles.

L'analyse des vidéos fait apparaître une quinzaine d'effets de contextes (Anjou 2008). A titre d'exemple, la discussion entre Guadeloupéens et Québécois autour de l'utilisation de l'eau froide du lac pour climatiser est intéressante.

L'équipe de Montréal apporte des précisions sur son travail :

MC2 : « Pour faire le lien avec vous là, votre analyse écologique si on veut là, nous on voulait prendre de l'eau froide dans le fond d'un lac, pi on va prendre de l'eau froide là pour refroidir un volume d'air. Du coup ce qu'on va retourner dans le lac c'est de l'eau réchauffée. On veut savoir si ça va avoir un impact au niveau de l'environnement. »

Lors de la séquence suivante, l'équipe de Guadeloupe apporte des précisions sur leur contexte :

GC2 : « Par contre, nous, notre problématique c'est que nous, en Guadeloupe, on n'a pas de lac. »

MC1 : « Hun hun ! »

GC2 : « On voulait savoir comment adapter ça ? »

GC1 : « Alors nous on a juste des mares et des étangs donc c'est comme des lacs mais en ... »

GC2 : « Avec des volumes extrêmement réduits. »

GC1 : « Donc euh, ce n'est pas trop applicable, par contre, on a des rejets d'eau chaude dans la mer, par rapport aux distilleries pour fabriquer le rhum et par rapport aux sources thermales aussi, géothermie normale [...] on peut peut-être comparer à la limite votre modèle dans le lac au nôtre dans la mer par exemple. »

MC2 : « Y'a des rejets d'eau chaude dans la mer en ce moment ? »

GC2 : « Oui naturelle »

MC2 : « D'accord. »

GC2 : « On a des sources d'eau chaude directement accessibles »

GC1 : « Donc ya de l'eau chaude qui se déverse dans la mer mais du coup justement ça engendre une pollution thermique, donc pour les espèces qui sont présentes le milieu est réchauffé, on a aussi des coraux qui sont blanchis à cause de la température de l'eau qui altère en fait les coraux euh ... qu'est-ce qu'on a d'autre ? »

La solution du lac est difficile à comprendre pour les Guadeloupéens pour qui la Géothermie réfère à des températures de plusieurs centaines de degrés, une usine de production électrique et parfois le lien avec un volcan. Pour les Québécois l'idée qu'il y a toujours de l'eau froide exploitable au fond des lacs peut être utilisée en Guadeloupe.

2.3.2.3 Elaboration du calculateur d'écart de contextes

Cette partie se base sur des éléments de la thèse de Anjou 2018.

2.3.2.3.1 Présentation du calculateur

Ce calculateur d'écart de contexte a été inventé collectivement avec Jacqueline Bourdeau, Roger Nkambou et Yves Mazabraud (Forissier et al., 2013, forissier et al., 2014). Il a ensuite été travaillé et développé par d'autres chercheurs comme Valérie psyché, Antoine Delcroix, Claire Anjou (Anjou, Forissier, Bourdeau, Mazabraud, Nkambou et Fournier, 2017) et Wafa Fennani. La Figure 46 illustre l'organisation possible des acteurs pour l'utilisation et la création du Mazcalc.

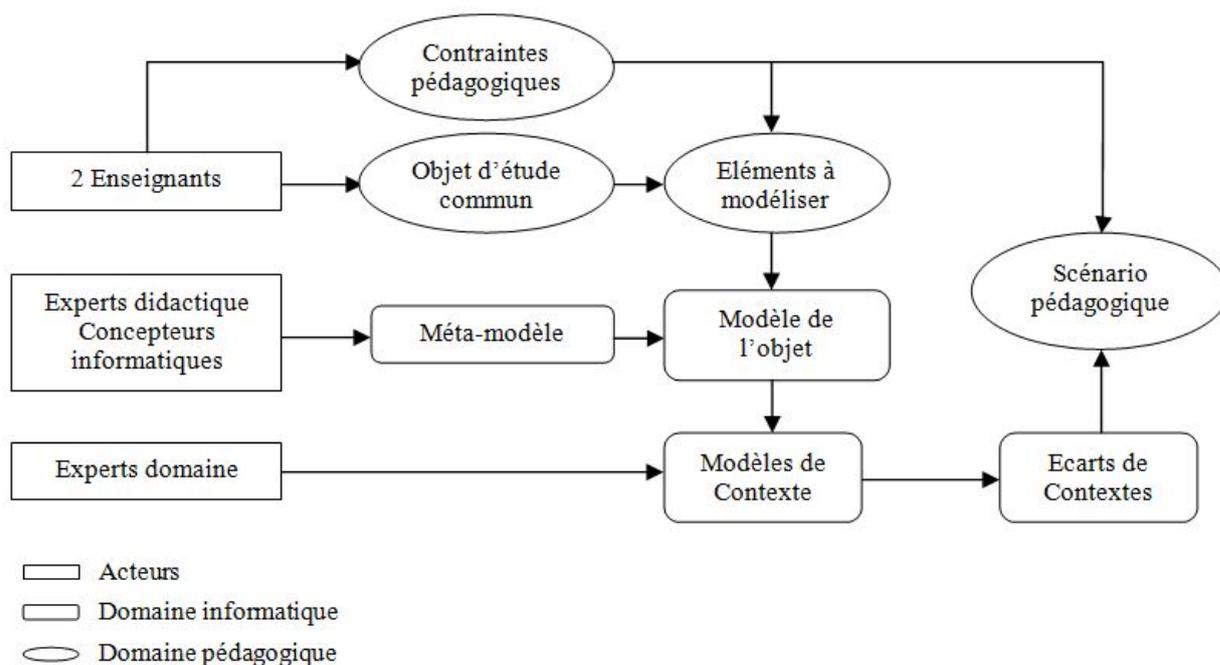


FIGURE 46 - ORGANISATION DE LA CREATION ET L'UTILISATION DU MAZCALC

Les chercheurs experts en didactique et concepteurs informatiques créent un méta-modèle du contexte, un langage permettant de modéliser un contexte et des outils permettant sa manipulation.

Deux enseignants de contextes différents, qui s'intéressent à un même objet d'étude (par exemple, la géothermie ou les grenouilles) établissent un ensemble d'éléments qui servira à modéliser l'objet d'étude commun. Ces éléments dépendent d'un ensemble de

contraintes liées au contexte pédagogique (tranche d'âge d'élèves, compétences à acquérir) mais dépendent aussi du contexte de l'objet (par exemple, type de géothermie exploité, contexte géologique).

Les éléments relevés par les enseignants sont modélisés sous forme d'un modèle d'objet contenant des paramètres et des constantes implémentables pour un contexte donné (par exemple, température moyenne nécessaire pour la géothermie haute énergie, profondeur de l'aquifère).

Les experts du domaine étudié (et les enseignants) implémentent le modèle d'objet avec les données propres au contexte pour créer les modèles de contextes.

Le logiciel permet ensuite de comparer les deux contextes modélisés. Les écarts calculés, couplés aux contraintes pédagogiques techniques (durée de la formation, période, moyens disponible) permettent ensuite aux enseignants de créer un scénario pédagogique incluant des démarches d'investigation et des collaborations entre élèves des deux contextes. Ce scénario est construit de manière à donner une importance aux écarts de contextes afin de favoriser l'émergence des effets de contextes.

Le modèle de l'objet peut être réutilisé par d'autres enseignants s'intéressant au même objet d'étude pour la modélisation de leur contexte. Le scénario créé peut également

être réutilisé par d'autres enseignants des mêmes contextes. La

Modélisation de contextes pour le domaine de la Géothermie									
FAMILLE	PARAMÈTRES	GUADELOUPE	QUÉBEC	Écart max	ÉCART	ÉCART FAMILLE			
Géologie générale	Type de formation géologique	Magmatique	3 Métamorphique	2	2	1	1,00	1,00	
	Âge de la formation géologique	Quaternaire	1 Précambrien	12	11	11	1,00		
Géophysique	Type de roche	Volcanique	1 Foliée	1	2	1	1,00	0,75	
	Type de géothermie exploitée	haute énergie	4 basse énergie	2	4	2	0,50		
	Valeur du flux de chaleur	250	7 pas d'information	ND	6	ND	ND		
	Potentiel géothermique	important	3 faible	1	2	2	1,00		
	Température de l'eau hydrothermale	> 150°C	5 10-30°C	2	4	3	0,75		
	Profondeur du toit de l'aquifère	1000-2000m	6 <200m	2	8	4	0,50		
Hydrogéologie	Type d'énergie produite par la géothermie	Electricité	2 Chaleur	1	1	1	1,00	0,25	
	Profondeur de l'aquifère	1000-2000m	6 <200m	2	8	4	0,50		
	pH du fluide	pas d'information	ND pas d'information	ND	6	ND	ND		
	dureté Th du fluide	pas d'information	ND pas d'information	ND	4	ND	ND		
Géomorphologie	porosité de la roche	pas d'information	ND pas d'information	ND	5	ND	ND	0,83	
	nature du fluide	eau météorique	1 eau météorique	1	4	0	0,00		
Structurale	Type de relief	Vallée	7 Plateau	2	6	5	0,83	0,83	
Industrie	Zone géodynamique	Frontière de plaque	2 Intra plaque	1	1	1	1,00	1,00	
	Présence d'un réseau de failles	oui	1 pas d'importance	3	2	2	1,00		
Industrie	Type de géothermie exploitée	haute énergie	4 basse énergie	2	4	2	0,50	0,83	
	Potentiel géothermique	important	3 faible	1	2	2	1,00		
	Stade du projet géothermique	Exploitation et mainte	8 Exploration	2	7	6	0,86		
	Types d'énergies renouvelables développées	Solaire	oui	1 oui	1	0	5		0,80
		Eolien	oui	1 non	2	1			
		Géothermique	oui	1 non	2	1			
		Hydraulique	non	2 oui	1	1			
Biomasse	non	2 oui	1	1					
Type d'énergie produite par la géothermie	Electricité	2 Chaleur	1	1	1	1,00			
Climat	Climat de la région	Tropical	2 Tempéré	1	4	1	0,25	0,30	
	Température minimale enregistrée	>20°C	8 entre 10 et 20 °C	7	7	1	0,14		
	Température maximale enregistrée	entre 40 et 50 °C	6 entre 40 et 50 °C	6	5	0	0,00		
Environnement	Types d'énergies renouvelables développées	Solaire	oui	1 oui	1	0	5	0,80	
		Eolien	oui	1 non	2	1			
		Géothermique	oui	1 non	2	1			
		Hydraulique	non	2 oui	1	1			
		Biomasse	non	2 oui	1	1			

Figure 47 montre une vue d'ensemble de la feuille de calcul élaborée pour la modélisation des écarts de contextes géothermiques.

Modélisation de contextes pour le domaine de la Géothermie								
FAMILLE	PARAMÈTRES	GUADELOUPE	QUÉBEC	Écart max	ÉCART	ÉCART FAMILLE		
Géologie générale	Type de formation géologique	Magmatique	3 Métamorphique	2	2	1	1,00	
	Âge de la formation géologique	Quaternaire	1 Précambrien	12	11	11	1,00	
	Type de roche	Volcanique	1 Folliée	1	2	1	1,00	
Géophysique	Type de géothermie exploitée	haute énergie	4 basse énergie	2	4	2	0,50	
	Valeur du flux de chaleur	250	7 pas d'information	ND	6	ND	ND	
	Potentiel géothermique	important	3 faible	1	2	2	1,00	
	Température de l'eau hydrothermale	> 150°C	5 10-30°C	2	4	3	0,75	
	Profondeur du toit de l'aquifère	1000-2000m	6 <200m	2	8	4	0,50	
Hydrogéologie	Type d'énergie produite par la géothermie	Electricité	2 Chaleur	1	1	1	1,00	
	Profondeur de l'aquifère	1000-2000m	6 <200m	2	8	4	0,50	
	pH du fluide	pas d'information	ND pas d'information	ND	6	ND	ND	
	dureté Th du fluide	pas d'information	ND pas d'information	ND	4	ND	ND	
Géomorphologie	porosité de la roche	pas d'information	ND pas d'information	ND	5	ND	ND	
	nature du fluide	eau météorique	1 eau météorique	1	4	0	0,00	
Structurale	Type de relief	Vallée	7 Plateau	2	6	5	0,83	
Industrie	Zone géodynamique	Frontière de plaque	2 Intra plaque	1	1	1	1,00	
	Présence d'un réseau de failles	oui	1 pas d'importance	3	2	2	1,00	
Industrie	Type de géothermie exploitée	haute énergie	4 basse énergie	2	4	2	0,50	
	Potentiel géothermique	important	3 faible	1	2	2	1,00	
	Stade du projet géothermique	Exploitation et maintien	8 Exploration	2	7	6	0,86	
	Types d'énergies renouvelables développées	Solaire	oui	1 oui	1	0	5	0,80
		Eolien	oui	1 non	2	1		
		Géothermique	oui	1 non	2	1		
		Hydraulique	non	2 oui	1	1		
Biomasse	non	2 oui	1	1				
Type d'énergie produite par la géothermie	Electricité	2 Chaleur	1	1	1	1,00		
Climat	Climat de la région	Tropical	2 Tempéré	1	4	1	0,25	
	Température minimale enregistrée	>20°C	8 entre 10 et 20 °C	7	7	1	0,14	
	Température maximale enregistrée	entre 40 et 50 °C	6 entre 40 et 50 °C	6	5	0	0,00	
Environnement	Types d'énergies renouvelables développées	Solaire	oui	1 oui	1	0	5	0,80
		Eolien	oui	1 non	2	1		
		Géothermique	oui	1 non	2	1		
		Hydraulique	non	2 oui	1	1		
		Biomasse	non	2 oui	1	1		

FIGURE 47 - PROTOTYPE DU MAZCALC POUR LE SUJET DE LA GEOTHERMIE

Les paramètres sont regroupés en familles, un paramètre peut apparaître dans plusieurs familles. Par exemple : « Profondeur du toit de l'aquifère » se situe dans la famille « Géophysique » et également dans la famille « hydrogéologie ». Pour chacun des paramètres de nature qualitative, une liste déroulante de valeurs possibles est établie. Pour les paramètres de nature quantitative, un bornage de valeurs acceptées est créé, et une note contenant l'unité dans laquelle la valeur doit être entrée apparaît. Afin de pouvoir comparer les valeurs attribuées à chacun des contextes, les valeurs des paramètres qualitatifs et quantitatifs sont transformées en valeurs numériques.

E6	=SI(D6="Sédimentaire";1;SI(D6="Métamorphique";2;SI(D6="Magmatique";3;SI(D6="pas d'information";"ND"))))					
	B	C	D	E	F	G
3	PARAMÈTRES		GUADELOUPE		QUÉBEC	
4						
5						
6	Type de formation géologique	Magmatique	3	Métamorphique	2	
7	Âge de la formation géologique	Quaternaire	1	Précambrien	12	

FIGURE 48 - EXEMPLE D'UNE FORMULE SERVANT A NORMALISER LES VALEURS DES PARAMETRES

Pour chaque paramètre (

Modélisation de contextes pour le domaine de la Géothermie									
FAMILLE	PARAMÈTRES	GUADELOUPE	QUÉBEC	Écart max	ÉCART	ÉCART FAMILLE			
Géologie générale	Type de formation géologique	Magmatique	3	Métamorphique	2	2	1	1,00	
	Âge de la formation géologique	Quaternaire	1	Précambrien	12	11	11	1,00	
	Type de roche	Volcanique	1	Foliée	1	2	1	1,00	
Géophysique	Type de géothermie exploitée	haute énergie	4	basse énergie	2	4	2	0,50	
	Valeur du flux de chaleur	250	7	pas d'information	ND	6	ND	ND	
	Potentiel géothermique	important	3	faible	1	2	2	1,00	
	Température de l'eau hydrothermale	> 150°C	5	10-30°C	2	4	3	0,75	
	Profondeur du toit de l'aquifère	1000-2000m	6	<200m	2	8	4	0,50	
Hydrogéologie	Type d'énergie produite par la géothermie	Electricité	2	Chaleur	1	1	1	1,00	
	Profondeur de l'aquifère	1000-2000m	6	<200m	2	8	4	0,50	
	pH du fluide	pas d'information	ND	pas d'information	ND	6	ND	ND	
	dureté Th du fluide	pas d'information	ND	pas d'information	ND	4	ND	ND	
Géomorphologie	porosité de la roche	pas d'information	ND	pas d'information	ND	5	ND	ND	
	nature du fluide	eau météorique	1	eau météorique	1	4	0	0,00	
Structurale	Type de relief	Vallée	7	Plateau	2	6	5	0,83	
Industrie	Zone géodynamique	Frontière de plaque	2	Intra plaque	1	1	1	1,00	
	Présence d'un réseau de failles	oui	1	pas d'importance	3	2	2	1,00	
	Type de géothermie exploitée	haute énergie	4	basse énergie	2	4	2	0,50	
Climat	Potentiel géothermique	important	3	faible	1	2	2	1,00	
	Stade du projet géothermique	Exploitation et mainte	8	Exploration	2	7	6	0,86	
	Types d'énergies renouvelables développées	Solaire	oui	1	oui	1	0	5	0,80
		Eolien	oui	1	non	2	1		
		Géothermique	oui	1	non	2	1		
		Hydraulique	non	2	oui	1	1		
	Biomasse	non	2	oui	1	1			
Type d'énergie produite par la géothermie	Electricité	2	Chaleur	1	1	1	1,00		
Environnement	Climat de la région	Tropical	2	Tempéré	1	4	1	0,25	
	Température minimale enregistrée	>20°C	8	entre 10 et 20 °C	7	7	1	0,14	
	Température maximale enregistrée	entre 40 et 50 °C	6	entre 40 et 50 °C	6	5	0	0,00	
Environnement	Types d'énergies renouvelables développées	Solaire	oui	1	oui	1	0	5	0,80
		Eolien	oui	1	non	2	1		
		Géothermique	oui	1	non	2	1		
		Hydraulique	non	2	oui	1	1		
		Biomasse	non	2	oui	1	1		

Figure 47), il est possible de sélectionner la valeur « pas d'information », alors la valeur normalisée sera automatiquement « ND » (non disponible). Dans l'exemple, le type de formation géologique prendra la valeur « 1 » dans le contexte de la Guadeloupe si la valeur « sédimentaire » est sélectionnée, « 2 » si la valeur sélectionnée est « métamorphique », « 3 » si la valeur sélectionnée est « magmatique », et « ND » si la valeur sélectionnée est « pas d'information ».

Le calcul d'écart par paramètre se fait à partir de la valeur normalisée attribuée au paramètre. Si « ND » apparaît dans une des deux cases destinées aux valeurs numériques normalisées des contextes, alors le calcul d'écart ne peut se faire.

Les propriétés relatives à chaque paramètre définissent les règles de calculs qui doivent être appliquées pour le calcul de l'écart. Par exemple, le paramètre « Type de formation géologique » possède une liste de valeurs non ordonnées. Si les types de formations géologiques sont les mêmes, l'écart sera de « 0 ». Le paramètre « Âge de la formation géologique » quant à lui, possède une liste déroulante composée de 12 valeurs ordonnées. Cela signifie que l'écart ne sera pas le même si les âges des deux contextes sont plus ou moins éloignés.

Voici deux exemples de calculs d'écart de contextes externes (Figure 49 ; Figure 50) sur deux caractères de formations géologiques.

PARAMÈTRES	GUADELOUPE		QUÉBEC		Écart max		ÉCART
Type de formation géologique	Magmatique	3	Métamorphique	2	2	1	1,00
Âge de la formation géologique	Quaternaire	1	Précambrien	12	11	11	1,00

FIGURE 49 - PREMIER EXEMPLE D'ECARTS CALCULES POUR DEUX PARAMETRES DE NATURES DIFFERENTES (ORDINALE ET NOMINALE)

Dans le cas de la Figure 39, l'écart pour « Types de formation géologique » est de « 1 » car les formations sont différentes dans les deux contextes, et l'écart pour « Âge de la formation géologique » est de « 1 » également car les valeurs sélectionnées pour les deux contextes sont les deux extrêmes.

PARAMÈTRES	GUADELOUPE		PARIS		Écart max		ÉCART
Type de formation géologique	Magmatique	3	Sédimentaire	1	2	2	1,00
Âge de la formation géologique	Quaternaire	1	Tertiaire	2	11	1	0,09

FIGURE 50 - DEUXIEME EXEMPLE D'ECARTS CALCULES POUR DEUX PARAMETRES DE NATURES DIFFERENTES (ORDINAL ET NOMINAL)

Dans ce cas, l'écart pour « Types de formation géologique » est toujours de « 1 » car les formations sont différentes dans les deux contextes, et l'écart pour « Âge de la formation

géologique » est de « 0,09 » car les valeurs sélectionnées pour les deux contextes sont différentes, mais pas extrêmes.

Les valeurs des paramètres sont normalisées, et transformées en une valeur numérique entière pour chaque paramètre. Ce chiffre apparaît dans la dernière colonne accolée à la valeur du paramètre pour les deux contextes, et c'est grâce à ce chiffre que le calcul d'écart peut se faire.

Le paramètre « Type de formation géologique » est un paramètre composite faisant du « type de roche » un paramètre dépendant. Le calcul d'écart du paramètre dépendant doit donc être pondéré en fonction de son niveau de dépendance. Ici, par exemple, il s'agit du deuxième niveau de dépendance, l'importance du paramètre estimée comme étant moitié moins grande, la valeur est donc divisée par deux lors du calcul d'écart de la famille. En supposant que le paramètre dépendant de niveau deux, donne lui-même naissance à un nouveau paramètre (dépendant de niveau trois), alors l'importance du dernier dans le calcul d'écart pour la famille sera moitié moins grande que pour son parent, il sera divisé par 4.

Il faut remarquer que les pondérations du modèle correspondent à des choix qui peuvent paraître arbitraires. Ces choix sont validés collectivement par plusieurs experts et peuvent être validé ou invalidé par retour d'expérience. D'autres modèles informatiques de type arborescence pourraient également être testés.

Si un paramètre appartient à plusieurs familles, alors celui-ci sera répété dans toutes les familles auxquelles il appartient. Les valeurs de ce paramètre, pour un contexte donné prendront automatiquement la valeur du premier. Ce paramètre aura donc la même valeur quelle que soit la famille dans laquelle on l'observe.

2.3.2.3.2 Résultats du calcul d'écart

La représentation des écarts se fait sous forme de graphique. Il est possible de visualiser les écarts, soit par paramètre, soit par famille. Le graphique ci-après (Figure 51) illustre les écarts calculés par famille, pour la géothermie en Guadeloupe et à Montréal.

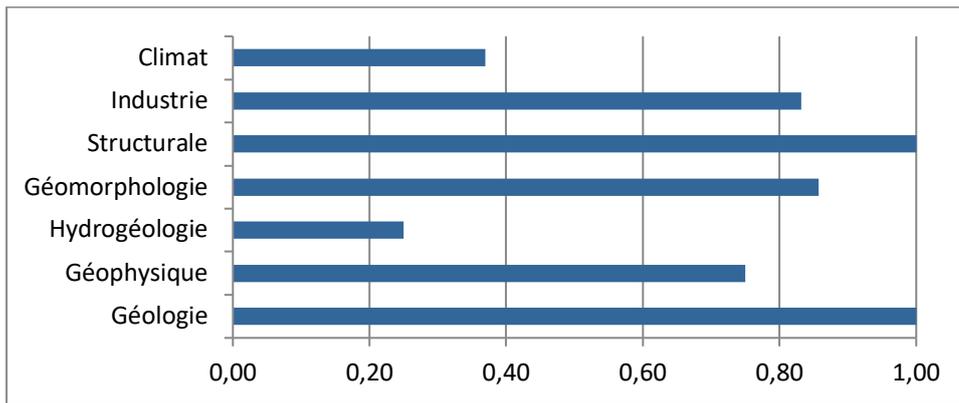


FIGURE 51 - REPRESENTATION DES ECARTS DE CONTEXTES PAR FAMILLE

L'histogramme ci-dessous (Figure 52) illustre les écarts calculés par paramètre, pour la géothermie en Guadeloupe et à Montréal.

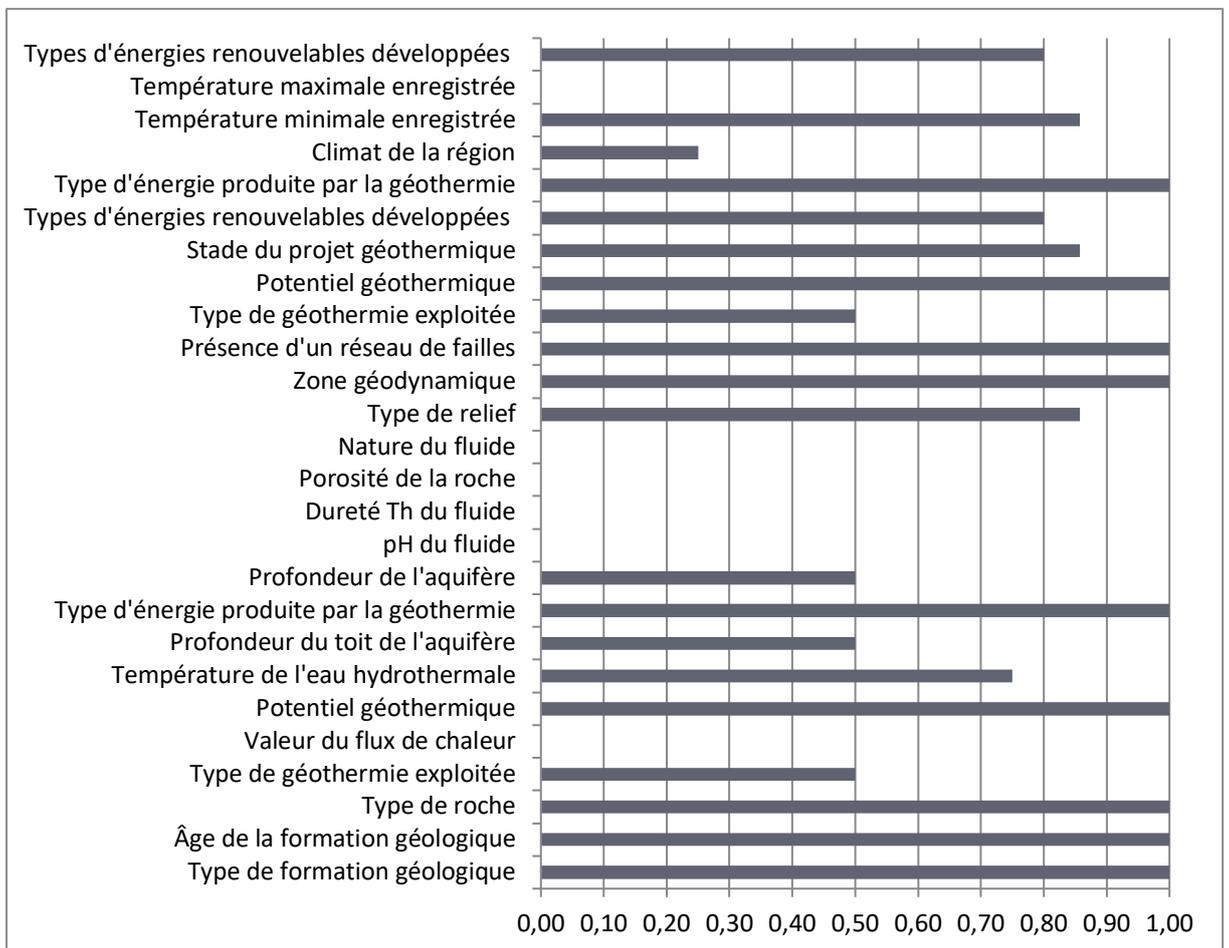


FIGURE 52 - REPRESENTATION DES ECARTS DE CONTEXTE PAR PARAMETRE

Les deux graphiques fournissent un support qualitatif et quantitatif sur les éléments bien différents entre les contextes concernant l'objet étudié. Ils peuvent ainsi servir de base ou d'inspiration aux enseignants pour la conception d'un scénario pédagogique favorisant

l'émergence des effets de contextes. Ces résultats nous ont donné des pistes sur l'orientation pouvant être adoptée pour la création d'une expérimentation pédagogique sur le sujet de la géothermie entre des étudiants de Guadeloupe et de Montréal.

Le Mazcal est un outil qui a bien fonctionné sur la géothermie. Il est testé dans les interactions de TEEC où son implémentation a été plus difficile notamment sur les itérations d'histoire et sur le conte, où les paramètres sont nettement moins quantifiables et les accords entre experts plus difficiles. Dans tous les cas, la démarche qui consiste à se pencher sur son implémentation a des conséquences sur les choix des thèmes retenus.

2.3.3 Technologies Educatives et Enseignement en Contexte

Cette partie se base sur des éléments du projet scientifique de TEEC.

Le projet Technologies Educatives pour l'Enseignement en Contexte (TEEC) est financé par l'agence nationale de la recherche (ANR) et le Fond de recherche société et culture du Québec (FRQSC). Il est coordonné par Jacqueline Bourdeau et moi-même. Il implique sept laboratoires et met l'accent sur la dimension modélisation de l'effet de contexte.

Le projet TEEC propose d'instrumenter et de tester une innovation didactique basée sur la confrontation à distance de contextes. Les hypothèses scientifiques portent sur l'adaptabilité de cette innovation, issue de la didactique des sciences, à différentes disciplines et niveaux scolaires.

Les enseignements basés sur l'émergence d'effets de contextes plongent deux groupes d'apprenants inscrits dans des contextes différents dans une démarche d'investigation sur un thème commun. Chaque groupe aborde les concepts en jeu à partir d'exemples inscrits dans un contexte. Grâce à de nombreuses collaborations à distance, chaque apprenant travaille avec ses homologues tout au long de l'investigation, remettant ainsi en question ses conceptions en construction par la confrontation avec celles des apprenants de l'autre groupe. Chacun partage sa culture, acquiert des compétences numériques et également des connaissances disciplinaires dont les limites et les possibles sont plus précisément cernés.

L'innovation possède un caractère générique, pouvant être déployée dans de nombreuses situations, plusieurs disciplines et niveaux scolaires. Le modèle proposé, appelé

« CLASH », suscite des effets de contextes en provoquant un choc cognitif chez des élèves de contextes différents, étudiant ensemble un phénomène scientifique, et amenés à échanger entre eux sur ce qui est commun au phénomène et ce qui est dépendant du contexte.

Ce projet mettra à disposition de la communauté quatre constituants de l'innovation : 1) le modèle « CLASH », 2) le scénario pédagogique qui structure les activités d'apprentissage, 3) le calculateur « MAZCALC », capable de calculer l'écart entre les contextes, et 4) le système « CAITS » (Context-Aware Intelligent Tutoring System), capable de s'adapter en fonction du contexte. La méthodologie utilisée est le Design-Based Research (DBR), qui est appropriée pour à la fois tester des hypothèses et améliorer l'innovation, en travaillant de concert avec les acteurs sur le terrain. L'analyse didactique des données sera utilisée en parallèle d'un système de reconnaissance automatique d'état émotionnel pour valider le calculateur « MAZCALC ». L'ambition de ce projet est de multiplier les expérimentations in situ, tout en développant les composantes du système. Le processus d'adoption de l'innovation sera également étudié de façon systématique.

2.3.3.1 Description du projet

Ce projet vise la prise de conscience, par les élèves, du rôle du contexte dans l'observation tout autant que de l'importance de confronter plusieurs contextes pour cerner ce qui est constitutif du concept et de l'exemple. De fait, nous avons retenu l'hypothèse générale suivante : un scénario pédagogique, conçu pour permettre le choc de contextes entre deux contextes différents, avec des élèves travaillant en collaboration sur des thématiques communes, produit une prise de conscience des élèves sur leurs propres représentations construites au cours de leurs expériences, de leurs vies.

La conception du scénario repose sur le calcul de l'écart entre les deux contextes, donc sur sa capacité à produire l'effet recherché. La mesure de l'effet de contextes prédit est effectuée par une analyse qualitative des traces d'interaction entre les élèves.

2.3.3.1.1 Objectifs et hypothèses de recherche

Ce projet poursuit trois objectifs : élaborer une caractérisation des effets de contextes à partir de méthodologies croisées, construire et tester un modèle d'enseignement basé sur

l'émergence d'effets de contexte, et élaborer un outil prédictif de l'émergence de ces effets de contextes, le tester et le rendre public. L'hypothèse générale peut être scindée en trois hypothèses particulières :

- Hypothèse 1 : L'émergence des effets de contexte sera prédite à partir des écarts de contextes externes,
- Hypothèse 2 : Le développement d'un système tutoriel intelligent et conscient du contexte (CAITS) permettra d'automatiser partiellement cette prédiction,
- Hypothèse 3 : Ce modèle, testé pour l'enseignement des sciences naturelles, fonctionnera avec d'autres types de contextes externes décrits par des indicateurs, notamment en sciences économiques.

2.3.3.1.2 Contextes et apprentissages

Les limites pédagogiques, liées à la non-prise en compte des contextes des apprenants (Depover, 2014), reposent aujourd'hui la question des relations entre contextes, apprentissages et territoires. Cette question revêt une dimension particulière dans certains territoires comme la Guadeloupe vis-à-vis des caractéristiques des contextes sociolinguistiques, environnementaux et socioéconomiques. La contextualisation didactique (Blanchet et al., 2008) est une approche qui a été, en premier, développée dans le cadre des sciences du langage et de la didactique des langues mais, de nombreux travaux de Sciences Humaines et Sociales ont éclairé cette relation (Dreeben et Barr, 1988 ; Duru-Bellat et Van Zanten, 2009). Ces études peuvent être classées en trois groupes, en fonction de leurs objectifs. Le premier groupe, issu de la sociologie de l'éducation, met l'accent sur divers aspects du contexte social et de leur impact sur le choix de l'orientation scolaire et la réussite scolaire ultérieure des élèves. Il a été montré, par exemple, que le choix des filières scientifiques est influencé par la classe sociale (Wilson, 1959) et le genre (Weinburgh, 1995). Le second groupe, issu de la psycho-didactique, a étudié l'impact des représentations mentales des apprenants (comme contextes internes) sur les processus d'apprentissage. Le contexte, situé au niveau des représentations mentales des élèves, est décrit comme une suite de contextualisation-décontextualisation-recontextualisation (Tardif et Meirieu, 1996 ; Van Oers, 1998). Le troisième groupe préconise une approche basée sur le contexte environnemental (Schwartz et al., 2004 ; King et al., 2011 ; Coughlin et Kirch, 2010). Ici, le

contexte est considéré comme externe à l'apprenant et les élèves mènent leurs enquêtes dans les milieux naturels, sur la base de situations authentiques.

Ce projet, inscrit dans la recherche en SHS à l'ère numérique, propose de relier les points de vue des deux derniers groupes : les représentations mentales des étudiants et l'environnement naturel de la situation d'apprentissage authentique. La limite de la deuxième approche réside dans la difficulté de prédire les paramètres contextuels qui seront pertinents dans une situation d'apprentissage spécifique. En nous appuyant sur une approche articulant contexte naturel et construction de représentations sur la base d'enquêtes authentiques, nous proposons d'exploiter la confrontation de plusieurs contextes, à la fois internes et externes (Van Wissen, 2013), pour favoriser l'apprentissage.

2.3.3.1.3 Écart de contexte, choc de contexte et émergence d'effet de contextes

Ce projet fait appel à deux concepts proches développés dans le champ de la contextualisation didactique : les effets de contextes et les écarts de contextes (Bourdeau et al., 2015 ; Forissier et al., 2013). Pour appréhender ce qui les distingue, le Tableau 11 présente trois éléments les différenciant.

Tableau 11 - Eléments d'opposition entre écart de contexte et effet de contexte

	Ecart de contextes	Effet de contextes
Type de contexte	Externe	Interne
Rapport à l'apprentissage	Facultatif	Obligatoire
Quantifiable	Oui	Non

L'écart de contextes est un ensemble d'indicateurs permettant de mesurer la distance entre deux contextes externes. Chacun de ces contextes est décrit par un ensemble de paramètres proposés par un panel d'experts de la notion à l'étude. Ces paramètres peuvent appartenir à différentes spécialités scientifiques, à différentes échelles d'observations, être quantitatifs ou catégoriels. L'écart de contexte est une mesure de la différence entre ces paramètres pour deux contextes particuliers. Cette mesure peut être effectuée soit globalement, soit de façon isolée sur chaque paramètre, soit sur des corrélations de paramètres.

Un effet de contextes peut émerger lors d'un apprentissage impliquant deux acteurs possédant des représentations distinctes (contexte interne) d'un objet, d'une notion forgée dans des contextes différents. Cet effet de contextes peut constituer un obstacle à l'apprentissage ou être utilisé comme un atout pour la déconstruction conceptuelle nécessaire à un apprentissage.

Dans le projet TEEC, nous souhaitons relier l'analyse des effets de contextes et des écarts de contexte en mobilisant différents éléments (Figure 53).

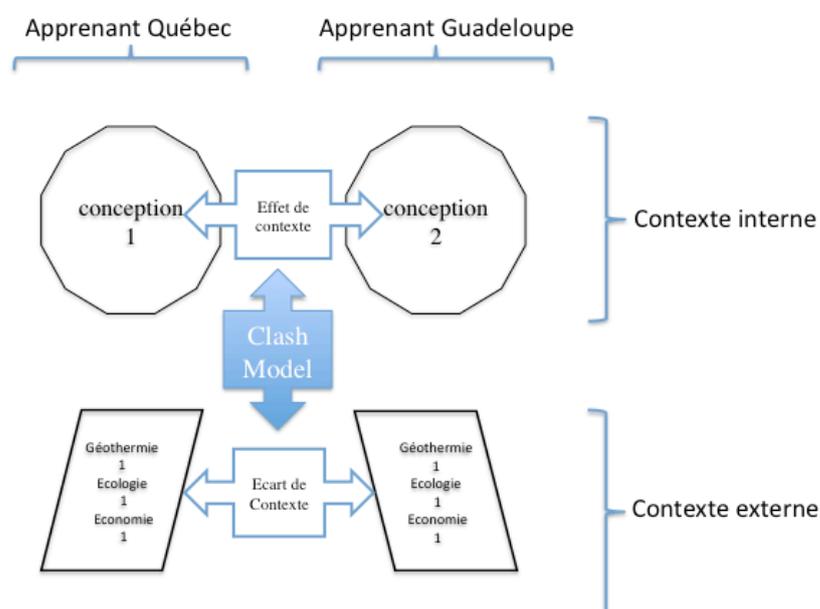


FIGURE 53 - SCHEMA DE PRESENTATION DES ELEMENTS DU PROJET TEEC

Nous considérons les spécificités contextuelles comme des richesses sur lesquelles il est possible de construire un enseignement intégrant le numérique, non seulement comme outils pour les apprenants (services Web, visio-conférence, espaces numériques de travail, matériel d'investigation ultramobile), mais également comme éléments permettant la modélisation de l'enseignement basés sur l'émergence des effets de contextes (Mazcal, système tutoriel intelligent et conscient du contexte, (Forissier et al., 2014). Le calculateur de contexte repose sur une idée originale d'un instrument scientifique permettant de modéliser, paramétrer, calculer un écart de contexte, et instancier de nouveaux contextes. Il sera mis entre les mains des concepteurs pédagogiques (enseignants) voulant faire reposer leurs scénarios sur des bases objectives.

L'étage du bas de la Figure 53 correspond aux contextes externes qui peuvent être considérés comme paramétrables (contexte aware) alors que l'étage des contextes internes est celui de l'imprévisible. Nous ne savons pas tisser de liens entre le contextes externe et interne d'un individu au-delà de la notion d'obstacle épistémologique mais nous souhaitons, à partir des écarts de contextes, externes avoir des indications sur les possibilités d'émergence d'effets de contextes.

Un système tutoriel intelligent (Nkambou et Bourdeau, 2010 ; Woolf, 2009) conscient du contexte (CAITS) est développé dans le cadre de ce projet. Il est pensé pour offrir des services interactifs et adaptatifs. Une architecture informatique a été conçue pour intégrer une composante intelligente de type « aware of », capable de raisonner sur les données de contexte et de devenir un partenaire cognitif pour l'utilisateur. CAITS assure sa sensibilité au contexte grâce à un processus démon (au sens informatique du terme), une boucle continue dans laquelle MazCalc est invoquée. A chaque fois qu'une nouvelle valeur (significative) de l'écart de contextes est observée, l'information est relayée aux modules appropriés du CAITS qui en tiendront compte pour l'adaptation des interactions selon les règles pédagogiques disponibles pour la gestion de l'effet de contextes.

2.3.3.1.4 Scénario

Le scénario, structuré selon les principes d'ingénierie pédagogique, est conçu spécifiquement pour déclencher des effets de contextes chez les élèves, et pour favoriser un apprentissage conscient des effets du contexte externe sur le contexte interne. Il est inspiré, comme les projets Gonouy et Géothermie, du scénario Jigsaw (Aronson, 1978) qui induit une double dynamique entre les groupes (30 élèves) et entre les équipes (3-6 élèves) de chaque groupe. Le principe de ce scénario est générique, c'est-à-dire indépendant du contenu, et peut s'appliquer à de nombreuses situations d'apprentissage. Sur un sujet donné, phénomène (géothermie) ou objet d'étude (grenouille), les élèves et enseignants choisissent des thématiques communes et forment des équipes dans chacun des contextes. Les équipes partageant la même thématique, échangent les résultats de leur enquête entre elles, et avec leur groupe respectif. Finalement, les deux groupes se rassemblent et font la synthèse de leurs résultats, de leurs apprentissages et de leurs réflexions. Le scénario est implémenté dans un environnement numérique d'apprentissage (environnement numérique de travail

de type Moodle) qui comprend les fonctionnalités nécessaires pour opérationnaliser le scénario.

Cinq itérations ont été réalisées sur des publics et des thèmes différents : Sociohistoire, contexte géothermique, l'apprentissage du conte, la production des fruits (pomme et banane) et la culture du sucre de canne et du sirop d'érable.

2.3.3.1.5 Méthodologie et recueil de données

La méthodologie générale est celle du Design based research présenté dans la première partie de ce manuscrit. En termes de méthodologie particulière, pour chaque itération, le recueil de données débute dès la présentation du scénario dans les deux classes respectives. Les élèves passent un pré test et un post test sur leurs conceptions. Ces tests se composent de questions et de dessins ou schémas. Les échanges entre les enseignants ainsi qu'entre les élèves sont enregistrés avec une attention particulière pour les échanges en visioconférence. L'analyse de données vise à détecter des effets de contextes, et à établir les apprentissages effectués pendant le scénario, en fonction des résultats établis par le MazCalc. Les résultats indiquent la validité des hypothèses et du modèle. Ce dispositif est complété par une analyse des interactions entre les élèves et entre les enseignants.

Baker et al. (2003) ont travaillé à l'élaboration d'environnements d'apprentissage coopératif visant à favoriser la co-élaboration des notions scientifiques dans les interactions épistémiques médiatisées par ordinateur. Pour ces derniers, l'interaction sociale dans la lignée de la pensée vygotkienne (Vygotki, 1997/1934) est identifiée comme le terrain privilégié de l'élaboration des notions scientifiques. Les situations d'enseignement/apprentissage mises en place et examinées dans le cadre de ce projet sont donc susceptibles de donner lieu à des échanges interpersonnels fructueux du point de vue de cette co-élaboration. Ces échanges se réaliseront selon différents degrés de symétrie. Il s'agira d'échanges de type collaboratif relevant d'interactions symétriques entre élèves, mais aussi d'échanges de type tutorat, relevant d'interactions asymétriques faibles (élèves/élèves) ou fortes (maître/élèves). L'analyse des interactions exploitera les échanges recueillis via les enregistrements vidéo, ainsi que les échanges médiatisés entre élèves (courriels, documents co-élaborés). Les résultats obtenus permettront d'alimenter chaque nouvelle itération selon le plan de travail prévu par le projet.

L'observation des séquences vidéo capturées lors des projets Gounouy et GEOTREF a montré que les chocs de contexte se traduisaient très clairement au niveau de l'affect des apprenants. Ceux-ci réagissent aux chocs de contexte en exprimant une nouvelle émotion faciale ou vocale. Il s'agit le plus fréquemment de la surprise mais le dégoût et la colère apparaissent parfois. Il semble donc très cohérent de réaliser une analyse affective de la vidéo, afin d'étiqueter émotionnellement certaines parties de cette dernière afin de valider la prédiction, le scénario et d'indiquer des corrections et améliorations à faire. La description de l'état affectif d'un individu peut prendre des formes plus ou moins riches. La plus ancienne description, subjective, était celle proposée par Ekman et al. (1998) qui consistait en six émotions universelles dites basiques : la joie, la surprise, la peur, la colère, le dégoût (auxquelles s'ajoutait l'absence d'expression). Il s'agissait d'émotions exprimées par le visage ou la voix de l'individu. Il ajouta par la suite des émotions plus complexes comme le plaisir, la honte ou le soulagement. Plus récemment, une nouvelle représentation, proposée dans Russell (1980), a été utilisée en informatique affective. Il s'agit des « dimensions affectives ». Très subjective, cette représentation décrit l'état affectif à l'aide de paramètres bornés sur $[-1, 1]$ mesurant la valence (positivité/négativité) et l'arousal (activité/passivité) de l'état affectif. Là encore, l'information peut être détectée dans le flux vidéo et/ou le flux audio.

2.3.3.2 Premiers résultats

Les données recueillies dans TEEC sont très nombreuses, leurs analyses étant en cours, Nous ne disposons, à cette date, que de résultats partiels et je vais présenter succinctement un exemple d'analyse d'une question de pré-test post-test, issu de l'itération Sucre. Cette itération a fait collaborer des élèves de Guadeloupe et du Québec sur la notion de sucre et de sirop. Leur investigation porte sur les plantes concernées, sur les processus d'extraction et de fabrication, sur les pollutions associées aux cultures et sur les démentions historiques et culturelles du sucre de canne et du sirop d'érable. Nous présentons ensuite un exemple d'analyse de vidéo portant sur une autre itération en dehors de champs extérieurs à l'environnement : les personnages des contes.

2.3.3.2.1 Exemple de changement de conceptions d'apprenants

Lors des tests posés aux élèves suivant l'itération « le sucre, sirop » une question était : « Explique en quelques mots comment le sucre ou le sirop est produit à partir du végétal? » ; Les analyses des test pré et post sont construites autour de deux axes : la contextualité des réponses et la précision des réponses.

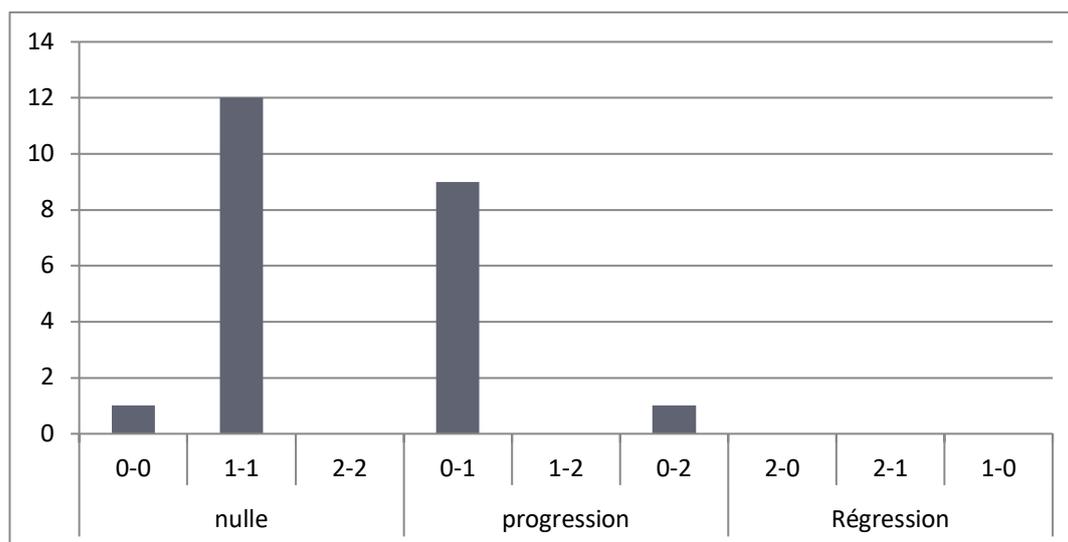


FIGURE 54 - EXPLIQUE EN QUELQUES MOTS COMMENT LE SUCRE OU LE SIROP EST PRODUIT A PARTIR DU VEGETAL?

Avec Yannick Skelling (UQAM), nous en proposons l'analyse suivante : Les réponses guadeloupéennes et québécoises ayant des trajectoires (écarts entre réponses pré test et post tests similaires, il est possible de les décrire de la même façon. En ce qui a trait au contexte, on peut voir que les élèves passent généralement d'une description non contextualisée vers une description davantage contextualisée (Figure 54 pour les résultats de Guadeloupe).

Quant à la différence entre réponses obtenues et attendues, le graphique montre, pour la Guadeloupe qu'elles ont tendance à passer d'un niveau majoritairement « faible » en pré-test vers un niveau de compréhension « générale » en post-test. La tendance soit la même pour les élèves québécois. Cet écart au niveau des connaissances préalables pourrait être dû au fait que la production du sirop est une attraction touristique très populaire au Québec, et que les jeunes vont presque annuellement dans une cabane à sucre. Il s'agit ici d'une piste potentielle à explorer.

Un des résultats intéressants est la corrélation entre la capacité de l'élève à contextualiser sa réponse, et le niveau de scientificité de celle-ci. La corrélation entre ces deux éléments est moyenne à forte ($r=0.46$), ce qui veut dire qu'ils sont positivement liés.

Cet exemple, et de nombreux autres comme Gounoy et Géothermie, tendent à montrer que les élèves évoluent dans leurs conceptions vers des conceptions qui paraissent à la fois plus scientifiques (malgré toutes les limites de ce terme) et plus contextuelles, en tout état de cause ces deux dimensions se construisent ensemble dans la plupart des itérations du projet.

2.3.3.2.2 Exemple de résultat d'analyses vidéo

Deux équipes homologues d'élèves de cycle 3 travaillent sur les personnages des contes. L'extrait suivant est tiré de leur première rencontre en équipes consacrée à la méthodologie. Ils ne connaissent pas encore les contes qu'ils vont étudier mais discutent des méthodes d'analyse qu'ils pensent mettre en œuvre et en particulier, pour les extraits ci-dessous, du corpus qu'ils veulent étudier.

Il faut savoir qu'en Guadeloupe, la plupart des contes sont issus d'une tradition orale faisant intervenir les mêmes personnages bien connus comme Compère Lapin et Zamba (l'éléphant). Il est donc possible de penser que les personnages préexistent au conte. Ce n'est pas le cas au Québec.

L'équipe de Guadeloupe, et notamment Lamprini Chartofylaka, présente une analyse didactique des échanges (Figure 55).

[4 :54]

SG11 pour mieux trouver les personnages aussi donc on peut chercher dans les livres . dans le livre de contes dans nos contes et pour ce conte . donc on pourra chercher plus d'indices dans les autres livres des livres de contes . on pourrait aussi heu: faire une enquête sur les contes donc pour découvrir plus mieux et on pourrait aussi avoir un un con- un conteur

Tut.SQ ok . est-ce que vous trouvez que c'est une bonne idée de faire une recherche

SQ11 oui mais je comprends pas trop le but moi parce qu'on a que heu heu notre conte . mais c'est quoi le but de faire d'autres contes/

Tut.SQ tu comprends pas l'idée de lire d'autres choses/

Tut.SQ bah oui ((rires)) on a un ami ici qui pense que lui il va plutôt se concentrer sur le conte .

Tut.SQ il va pas aller chercher ailleurs .

Tut.SQ mais est-ce qu'il y a d'autres personnes dans l'équipe qui pense qu'il faudrait aller chercher ailleurs/ ou vous trouvez que vous allez plutôt vous concentrer sur votre conte/ . sur le conte que vous avez à lire/

SQ8 sur le conte qu'on lit déjà

Tut.SQ tu vas te concentrer déjà sur sur sur ce conte là

SQ8 oui

Tut.SQ oui ((rires)) c'est ça notre équipe ils pensent qu'ils vont tous se concentrer sur le conte ils vont pas aller faire des recherches à l'extérieur . mais c'est une bonne idée aussi de votre côté

Tut.SG donc pourquoi dans quel but vous allez faire les recherches/

[6 :50]

SG11 donc on va faire . dans quel but on va faire les recherches donc c'est pour mieux sur le conte donc on aura plus d'indices . c'est pour comprendre les personnages du conte parce qu'on a peut-être un conte qu'on va nous donner mais y'aura d'autres contes qui aura ce personnage là et on aura plus d'indices . sur son âge . enfin plus d'indices sur sa personnalité son portrait physique et moral
SQ12 oui c'est une bonne idée

[12 :55]

SG11 heu moi je voudrais dire un mot donc moi je suis pas d'accord
SG11 c'est pas obligé d'être que dans le texte donc on peut aussi chercher sur internet des personnages de contes là on aura des informations ce sera pas que dans le texte . on peut chercher aussi dans d'autres livres là ça sera le texte mais/ il y a plusieurs moyens autre part si on connaît pas . on a entendu parler des personnages on pourrait au moins peut-être savoir leur portrait donc on pourrait peut-être savoir des choses sur eux/ . peut-être que ce sera pas bon ou peut-être ce sera bon mais/ on aura des indices
SQ12 bah c'est sûr qu'on peut trouver les personnages s'il y a un conte avec des images mais s'il y en n'a pas heu: avec les qualités:
SQ12 puis bah on peut trouver à quoi ils ressemblent les personnages juste dans les paragraphes
SQ5 mais les qualités on peut pas les retrouver dans les images parce que c'est pas comme x
Tut.SQ est-ce que vous pensez que votre personnage que vous avez dans votre conte vous allez être capable d'aller chercher sa personnalité sur internet/ . [est-ce que vous pensez que ça va être des personnages qui se retrouvent dans d'autres textes/
SQ12 [nan
Tut.SQ ou c'est juste dans ce texte-là/
SQ12 bah c'est juste dans ce texte-là
Tut.SQ ouais c'est ça ((approche le micro de SQ12))
SQ12 mais peut-être que le personnage il est juste dans ce texte-là on peut pas le trouver nul par d'autre
SQ5 ça dépend si le personnage il est connu aussi
Tut.SQ ah oui ((approche de micro de SQ5))

[14 :25]

SQ5 ça dépend si le personnage il est connu aussi
Tut.SQ s'il est pas connu il va être juste dans ce texte là
SQ5 ouais s'il est pas connu il va être juste dans le texte il va pas être sur internet
SG11 on est d'accord
SG11 mais ça aussi ça dépend d'où viennent les personnages parce que vous vous avez des personnages des contes à vous du Québec/ mais nous nous avons pas les mêmes contes aux Antilles donc nous avons pas nous aurons pas les mêmes personnages
Tut.SQ vos types de personnages vont sans doute être différents
SQ12 oui peut-être nos personnages vont être sans doute plus différents que vous mais nous on peut pas vraiment les trouver sur internet ils sont pas connus
SG11 ah d'accord

FIGURE 55 - EXTRAIT D'UNE ANALYSE DIDACTIQUE DE SEQUENCE

Il est possible de voir sur cet échange qu'au début, un élève de Guadeloupe (SG11) propose d'étudier les personnages à partir de l'analyse d'un corpus large, car pour lui, pour comprendre les personnages d'un conte, il faut mener l'enquête partout où ils existent, c'est à dire dans d'autres contes, sur internet et auprès d'un conteur. Les élèves du Québec manifestent une incompréhension et un désaccord, : pour eux il faut regarder dans le conte et pas au-delà. Ce désaccord va persister jusqu'à la fin de l'échange (14^e minute) ou l'écart de contexte externe va être explicité et mener à une compréhension partagée que les contes sont différents et que cela entraîne des différences possibles lors de l'investigation.

L'effet de contextes est caractérisé par la présence de deux contextes externes : les personnages préexistent (les élèves vont dire « connus ») en Guadeloupe alors que les personnages sont définis dans le conte pour le Québec. Nous observons également deux conceptions différentes construites en lien avec ces contextes externes. Ces conceptions s'expriment nettement lors de l'investigation au sujet des corpus à analyser.

L'analyse des interactions menée par l'équipe de Mickael Baker et en particulier Chloé Le Bail nous apporte d'autres informations sur cet effet de contextes (Figure 56).

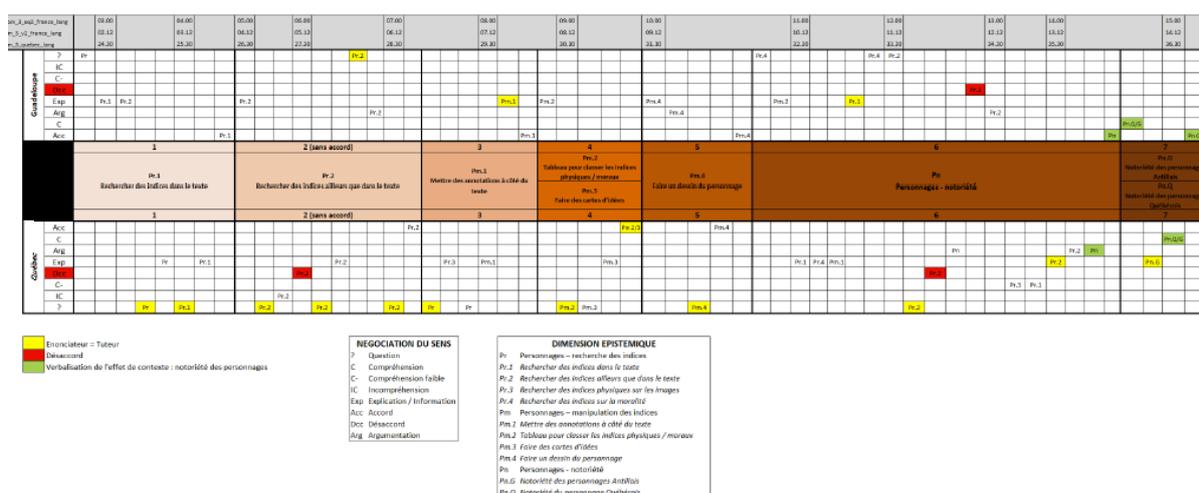


FIGURE 56 - PHASES DES INTERACTIONS ET CONSTRUCTION DE L'EFFET DE CONTEXTE

La Figure 57 présente, au centre, les différentes phases des échanges entre élèves (au-dessus la grille correspond à différents types d'échanges formulés par les élèves de Guadeloupe, en dessous par ceux du Québec). On voit que la séance est essentiellement constituée d'interrogations et d'explications, mais que des désaccords (en rouge) y sont formulés.

A la fin, au moment de l'explicitation de l'effet de contexte (en vert), des accords sont exprimés sur les notoriétés différentes des personnages. On voit qu'ici l'effet de contextes se construit tout au long des 14 minutes à travers différentes phases d'interactions langagières.

L'équipe de Lionel Prévost, et en particulier Jordan Gonzalez, analyse cette même séquence grâce à des algorithmes de reconnaissance automatique d'état émotionnel (Figure 58). Ce traitement des images nécessite une captation vidéo qui suit un protocole précis.

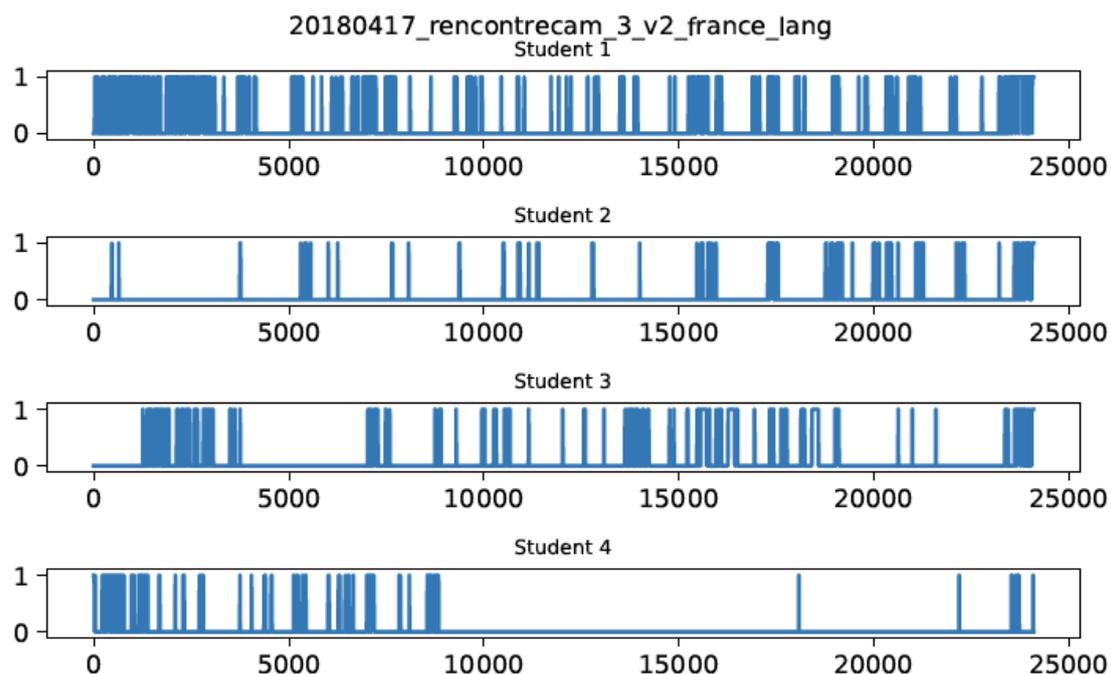


FIGURE 59 - ENSEMBLE DES COURBES JOIE DE CHAQUE ELEVE DE GUADELOUPE

On note que pour l'instant le déroulement de la séance est décompté par nombre d'images et non en secondes. Un calcul basé sur les moyennes est ensuite réalisé pour proposer un courbe par équipe comme par exemple dans la Figure 60 pour la joie comme pour la tristesse.

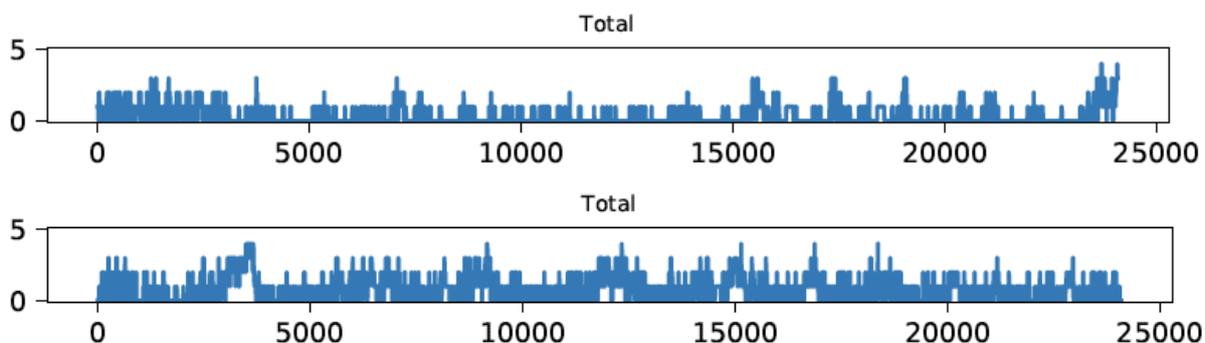


FIGURE 60 - COURBE TOTAL DES ELEVES GUADELOUPEEN POUR LA JOIE EN HAUT ET LA TRISTESSE EN BAS

Ces deux courbes nous apportent des informations complémentaires aux deux autres analyses. Une comparaison provisoire (il s'agit, à ce stade d'une simple juxtaposition des graphiques) des lignes de temps (Figure 61) permet d'observer une probable adéquation entre phase d'effet de contextes et émotions (ici la courbe de joie). Par exemple, on voit pendant les présentations (au début et à gauche de la courbe) que les enfants expriment de la joie à voir leurs condisciples, à se présenter. Mais surtout le moment décrit comme l'effet

de contexte en toute fin de séance correspond au plus haut pic de joie pour les élèves guadeloupéens.

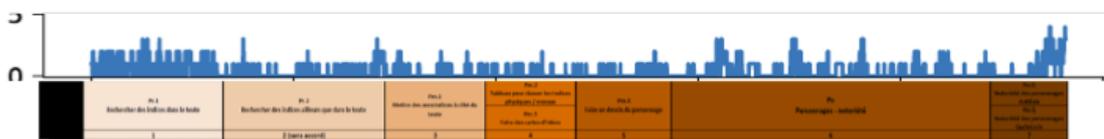


FIGURE 62 - UNE PREMIERE COMPARAISON DES ANALYSES AUTOMATIQUE D'ETAT EMOTIONNEL ET DES INTERACTIONS.

Si cette comparaison est confirmée, elle porte un élément de validation de l'hypothèse selon laquelle l'analyse automatique des émotions peut être utilisée comme aide à l'identification des « moments eurêka » (nom proposé par Lionel Prévost) lors des séquences d'effet de contextes.

2.3.4 Form@link et l'échelle de pertinence des contextes

Ce Projet d'Investissement Avenir (PIA) financé par la Direction du Numérique Educatif (DNE) s'inscrit dans les relations entre territoires et apprenants. Il est conçu pour apporter des éléments de réponse à l'ancienne question (apparue dès les premiers travaux sur la géothermie) de l'échelle de pertinence de l'émergence des effets de contexte. Cette échelle est double, car à l'évidente échelle géographique, il est possible de questionner l'échelle ontologique. La transposition didactique amène souvent à comparer la Guadeloupe et la France, Les écarts de contexte climatique et écologique ont généralement été comparés entre la Guadeloupe et le Québec. Pourtant, des effets micro-contextuels ont été constatés à plusieurs reprises comme sur l'exemple de Bouillante.

Est-il possible de mettre en place des enseignements basés sur les effets de contexte entre différentes îles de l'archipel de Guadeloupe ? C'est le pari porté par le projet Form@link qui, sur le thème du développement durable, propose de mettre en place des enseignements basés sur les effets de contextes entre différents territoires de l'archipel de Guadeloupe, Grande Terre, Basse Terre, Marie Galante et Saint Martin.

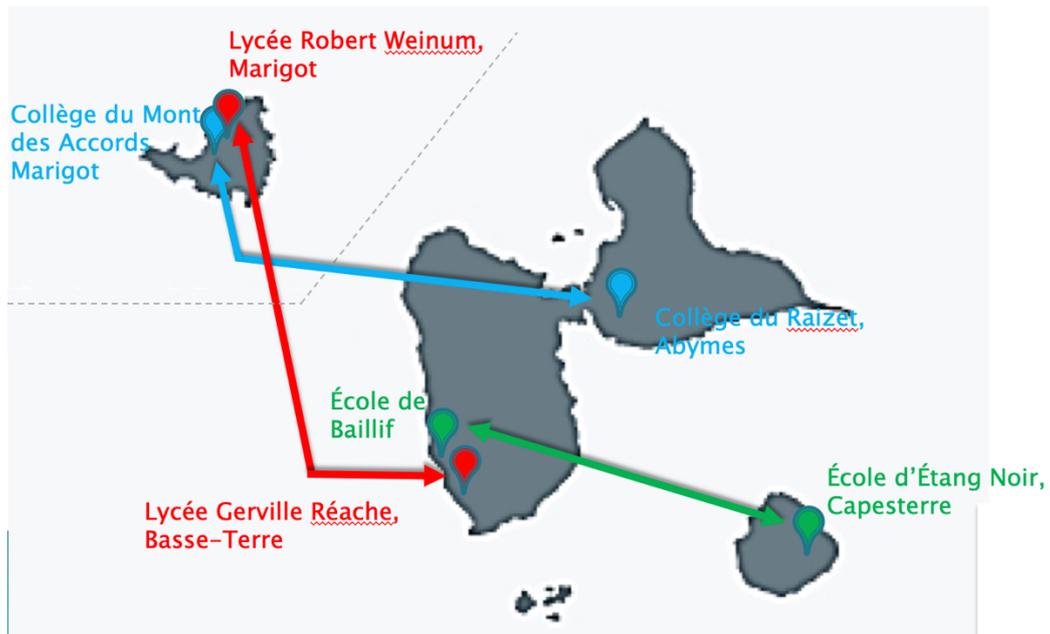


FIGURE 63 – LES TROIS APPARIEMENT DE PA PREMIERE PHASE DE FORM@LINK

Les différentes îles concernées par form@link ne sont pas confrontées aux problèmes environnementaux de manière identique. Par exemple, en Basse-Terre (Figure 63), l'eau est très abondante, mais la politique de l'eau est devenue une question socialement vive. A Saint-Martin, une usine de désalinisation de l'eau de mer fournit l'eau potable. Ces deux contextes externes apparaissent très différents et propices à l'observation d'effets de contextes. Il en va de même pour de nombreuses questions environnementales comme les transports, la biodiversité, la gestion des déchets ou la gestion de l'écotourisme.

3 Discussion

Ce rapport présente les recherches que j'ai effectuées au sein du Centre de Recherches et de Ressources en éducation et Formation (CRREF) autour de trois objets : la contextualisation didactique, les effets de contextes et les enseignements basés sur les effets de contextes.

3.1 La Contextualisation n'est pas une adaptation

En Guadeloupe, l'idée que contextualiser consiste à adapter les notions des programmes nationaux aux particularités écologiques, géographiques, botaniques ou zoologiques est assez classique. Pour avoir un discours motivant pour les élèves, on prend des exemples de plantes tropicales pour les faire pousser en pot (Leurette et Forissier, 2009), mais sans aborder le concept d'épiphyte. Pour présenter la répartition des êtres vivants sur le territoire, on peut imaginer présenter les saisons locales mais sans vérifier en quoi elles expliquent cette répartition. Ce genre de pratiques est parfois nommé « créolisation » ou « tropicalisation » ou « contextualisation faible » (Delcroix, Forissier, Anciaux, 2013).

La contextualisation est un ensemble de processus de transformation ou d'évolution des savoirs qui traverse toutes les transpositions. En sciences de la nature, les KVP présents dans les laboratoires, les manuels, et les programmes sont également contextuels car construits en fonction de règles métacognitives et de politiques éducatives.

Contextualiser, c'est participer, avec l'ensemble des acteurs de la transposition, à un processus collectif de transformation de la contextualité des savoirs. La contextualité est induite par la dimension contextuelle des conceptions exprimées ou implicites de chacun des acteurs. Ce terme est utilisé par Kerneis et Santini (2006) qui en donnent une définition large à propos des ressources pédagogique.

La question qui se pose, dès lors, est de constater les différences qui existent entre les contextes des différents étages de transposition. Précisons que la relation des contextes

à la transposition n'est pas identique pour chacun des contextes (modèle Fleurs). Les contextes naturels d'un élève sont-ils proches ceux de la noosphère, de ceux qui ont écrit son manuel ? Si ce n'est pas le cas, ces écarts de contextes externes auront des effets sur ses apprentissages, pour la motivation, pour la problématisation et pour la compréhension qu'il pourra bâtir de son environnement. L'idée que l'enseignement des sciences doive être identique pour tous les élèves consiste en une négation de ces écarts. Plus encore, il conduit à créer de l'iniquité au nom du principe d'égalité.

Mais percevoir la contextualisation comme une adaptation, c'est poser la question de la référence et poser comme postulat l'existence d'un référent acontextuel, universel ou général dans une opposition au particulier, au contextuel. Sauf à être dans une épistémologie inductiviste, il est difficile de considérer les savoirs de référence comme des objets généraux qui puissent être simplement adaptés aux personnes ou situations particulières.

Prenons l'exemple des grenouilles que sont l'Eleuthérodactylus et le Ououaron. Sont-elles moins générales que les reinettes qui servent de référence aux élèves dans les pré-tests ? Non, et l'on peut imaginer qu'elles servent tout autant de « modèle élève » pour l'apprentissage. Souvent dans les connaissances naturalistes tout n'est pas pensé avec des modèles (Rumelard, 1995). Pour le naturaliste, l'observation multiple et de terrain revêt une importance particulière qui réside en partie dans le fait que le modèle utilisé comme phénoménographie et phénoménologique, n'est pas général. Il est constitué par un nombre important d'observations contextuelles chez les experts, qui analysent par ressemblances et différences vis à vis d'une diversité d'observations précédentes.

Dans ce cadre, contextualiser ne peut s'inscrire dans la relation du général au particulier. Contextualiser une notion ne correspond donc pas à son adaptation du général au particulier.

Contextualiser une notion, c'est la mettre en question par rapport à des contextes, et de s'interroger notamment sur ses limites (comme pour le modèle de l'observation de la lune) sur ces domaines d'application (comme pour l'explication de la répartition des êtres vivants en fonction des saisons).

De plus, il y a toutes les notions très explicatives de l'environnement des élèves de Guadeloupe qui ne sont pas des contenus de savoir à enseigner. On peut penser aux saisons climatiques de carême et d'hivernage, aux plantes épiphytes mais également à beaucoup

d'autres objets non encore investigués sérieusement comme la notion d'arbre ou d'écliptique.

La notion d'arbre ne pose pas question en France, tous les grands végétaux sont des arbres tant dans des définitions structurelles (des racines, un tronc, des branches sur le tronc, des feuilles sur les branches) que dans les définitions histologiques (cœur, aubier, écorce, notion de cernes ou vaisseaux de xylème et trachéide) et dans les définitions écologiques (forêt, relations ou strates). La diversité végétale en Guadeloupe est bien différente. Elle montre de nombreux palmiers, bananiers, fougères arborescentes et bambous, par exemple dont on entend couramment qu'ils sont, ou ne sont pas, des arbres et ce, sans référence à des définitions scientifiques. Les enseignements de sciences n'abordent pas le concept d'arbre alors qu'il est d'une grande richesse scientifique et d'un bon potentiel épistémologique pour montrer la diversité des approches biologiques sur un objet.

Présenter la différence entre le plan de rotation de la terre par rapport au soleil (l'écliptique) et celui de sa rotation sur elle-même (perpendiculaire à l'équateur) est essentielle pour que les élèves comprennent l'alternance des saisons mais permet également d'aborder la notion de tropique. Cette dernière reste la plupart du temps pour les étudiants en sciences de Guadeloupe, une ligne sur le globe. Étudier le système terre-soleil devrait permettre aux enfants de Guadeloupe de comprendre l'architecture des maisons créoles qui possèdent une terrasse périphérique. Cet objet est identifié depuis près de cinquante ans. Poulet (2012) cite Gérard Lauriette sur cet exemple : *« Un de mes fils apprendra ce que lui a fait écrire le professeur de Géographie : « Le soleil est au Sud à midi ». Faux ! Et là encore l'enseignant n'a pas utilisé son intelligence. A notre latitude, le soleil est tantôt au Sud quand il vient du tropique du Capricorne et qu'il se rend vers le tropique du Cancer, puis il passe au Zénith à midi, ensuite il est au Nord, enfin sur le chemin du retour il passe à nouveau à notre Zénith, puis se retrouve au Sud. Autrement dit le soleil est tantôt au Nord, tantôt au Sud, tandis qu'en France le soleil ne passe jamais au Zénith et reste toujours au Sud, ce qui explique que le Sud de la France s'appelle le Midi. »*

Ces exemples de notions, très explicatives de l'environnement en Guadeloupe, sont absents des enseignements de sciences. La contextualisation didactique ne se limite pas à l'échelle de la notion mais traverse la dimension curriculaire des apprentissages.

Contextualiser c'est donc également questionner les relations entre les concepts d'une discipline ou d'une « éducation à » et les contextes.

Dans cette perspective, l'effet de contextes qui va être abordé ci-dessous est le moment où un acteur d'une transposition met en question la contextualité des concepts.

3.2 Une définition actuelle de l'effet de contextes

Comme il a été présenté dans la deuxième partie, l'effet de contextes est une notion clé dans mon travail. Il a été dans un premier temps défini comme une différence liée aux contextes entre deux conceptions, puis comme un Clash entre deux contextes internes (Forissier et al, 2013). Ces descriptions très psycho-didactiques sont aujourd'hui complétées par les travaux menés avec Baker, Bernard, Le Bail et Détienne qui présentent l'effet de contextes comme une séquence d'interactions dont les phases ont pu être décrites. La dimension socio-affective de l'effet de contextes est également appréhendée grâce aux travaux de Gonzalez et Prévost autour de « l'effet Euréka », moment de changement d'état émotionnel observé dans les enseignements basés sur les effets de contextes. Nous pouvons donc maintenant considérer l'effet de contextes comme un événement cognitif provoqué par la confrontation de deux contextes internes, construite au cours d'une séquence collaborative impliquant des apprenants de deux contextes externes différents et provoquant des changements d'états émotionnels individuels et collectifs observables. Cette définition additive nous mène à repenser, en termes de perspective, la typologie des effets de contextes de manière multidimensionnelle.

L'effet de contextes n'est pas seulement un effet sur l'apprentissage dû au contexte, il existe par la confrontation d'investigations menées dans deux contextes différents, et c'est pour insister sur ce point que je propose d'écrire contextes au pluriel.

3.3 Principes et technologie éducative dans les Enseignements basés sur les effets de contextes

Présenté dans les actes de la CIRTA 2017 (Forissier, 2017), le Tableau 12 présente un parallèle entre les principes identifiés pour augmenter les chances de voir émerger des effets de contextes, les scénarisations mises en œuvre et les technologies éducatives développées dans ce type d'enseignement.

Tableau 12 - Choix et modalité proposées pour construire un enseignement basé sur les effets de contextes

Technologies éducatives	Déclinaisons du Scénario	Principes
Comparateur de contexte externe	Objets d'études scientifiques observables et faisant partie de l'environnement des élèves	Des contextes externes différents
Visioconférences avec l'ensemble des participants pour entrer dans collaboration et synthèse	Un problème commun pour l'ensemble des élèves	Des élèves collaboratifs : de niveaux proches mais pas nécessairement identiques
Téléréunion de travail Espaces d'échange de données spécifiques	Des équipes de travail de taille restreinte	
Chat, espaces de présentation, liens vers pages perso	Des élèves qui peuvent se présenter, se rencontrer	
Recueil de données sur le terrain	Investigation sur le terrain	Construire des représentations contextuelles
Espace numérique de travail par équipe	élaboration d'une méthodologie particulière	
Espace numérique de travail par groupe	Rédaction d'une proposition de réponse par contexte	
Présentation des enquêtes (journalisme)	Multiplier les moments de collaboration	Confronter les représentations contextuelles
Carnet numérique de travail Retour hebdomadaire sur les impressions	Alterner entre les moments de travail dans son contexte et les temps d'échanges synchrones et asynchrones tout au long du projet	
Visioconférence bilan avec des temps d'échange.	Exposer les conclusions de manière synchrone aux équipes homologues	
Synthèse synchrone menée par les deux enseignants	Phase métacognitive et d'explicitation des représentations des uns et des autres	Construire ensemble des représentations expertes

Les relations existantes entre la genèse des EBEC et l'intégration de technologies éducatives sont très profondes, et ont été pensées avec Alain Stockless et Jacqueline Bourdeau depuis le projet Gounuy. Cette co-construction historique rend difficile de penser l'existence des EBEC indépendamment des technologies éducatives. De nombreux outils numériques ont été testés et évalués au cours des différentes itérations mais ils ont toujours été choisis et paramétrés en fonction des exigences particulières à chacune des itérations (niveau d'élèves, recueil de données sur le terrain, organisation).

Ce lien très fort présente également un revers. On conçoit l'importance des écarts de contextes dans les EBEC, écarts qui se manifestent dans les exemples actuels par un éloignement géographique ou une discontinuité territoriale. Les conditions de mise en œuvre sont donc assez complexes car elles doivent prendre en compte les contraintes des institutions scolaires et la fracture numérique des territoires. Une des perspectives consiste donc à mettre au point des modalités plus légères de mise en œuvre des EBEC.

3.4 Modélisation et outils

Mon travail de recherche contribue au développement de plusieurs technologies : comparateur de contextes externe, outils de scénarisation,

Le Mazcalc, outils de calcul d'écart de contexte externe, a été développé au cours des projets GEOTREF et TEEC. Il fournit des estimations d'écart par paramètre et par thème d'investigation possible pour des groupes d'élèves.

Un outil de scénarisation adapté à ce type d'enseignement a été construit par Isabelle Savard (TELUQ) dans le cadre du projet TEEC. Son intérêt est grand, tant pour l'organisation des collaborations interculturelles que pour le guidage qu'il propose aux enseignants. Les différentes itérations ont montré que pour des enseignants en exercice, l'utilisation du Mazcalc et de l'outil de scénarisation apparaît comme une charge de travail supplémentaire. Il apparaît donc nécessaire de réfléchir à la manière de rassembler ces deux objets. Cette question s'inscrit dans un cadre plus large. L'enseignant s'appuie sur son épistémie pratique (Brousseau, 1998) ou son PCK (Shulman, 1986) pour concevoir ses séances. Un des enjeux est de pouvoir montrer l'intérêt de ce guidage qui ne peut être réduit à une question d'ergonomie.

La Figure 64 présente une réflexion menée avec Alain Stockless et Claire Anjou sur un modèle d'interaction à développer entre le Mazcalc et l'outil de scénarisation. Le principe réside dans le fait de se servir de l'outil de scénarisation comme interface entre l'enseignant et le Mazcalc.

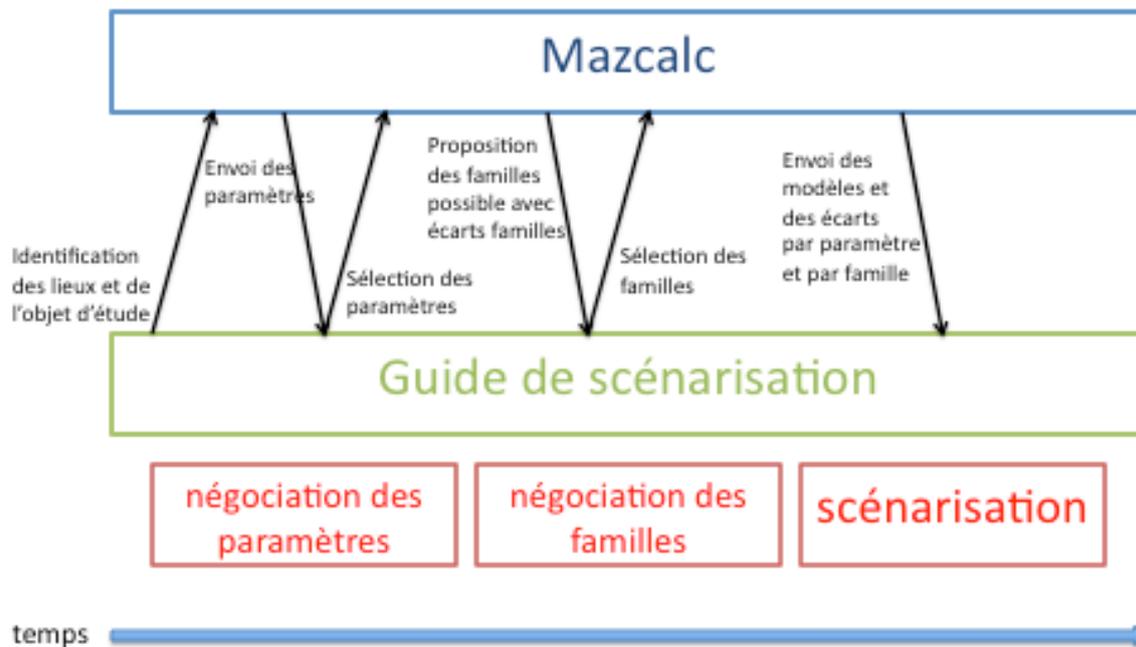


FIGURE 65 - MODELE DES INTERACTIONS MAZCALC / OUTIL DE SCENARISATION

Depuis avril 2019, une version opérationnelle du Mazcalc a été développée dans le Cadre du projet TEEC, par le laboratoire GDAC (UQAM). Il rend maintenant possible le développement effectif d'un système tutoriel intelligent dépendant du contexte (CAITS) dont l'architecture peut être brièvement précisée à partir de discussion avec Roger Nkambou.

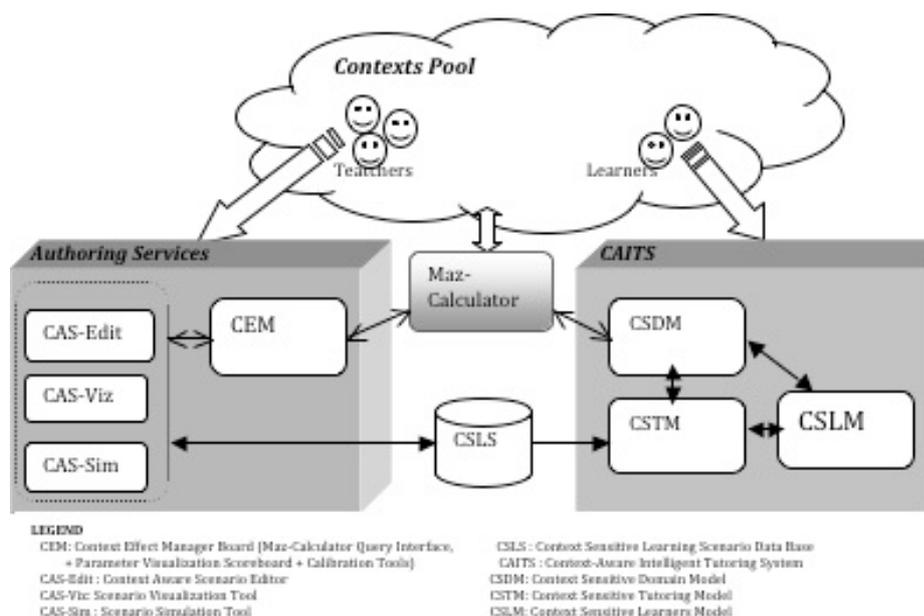


FIGURE 66 - ARCHITECTURE DES CAITS

L'architecture d'un système dépendant du contexte avec ses « services d'autorisation » est proposée comme illustré dans la Figure 66. Un problème clé dans le développement d'environnements d'apprentissage ou de systèmes de tutorat performants est de fournir au système un scénario d'apprentissage valide. Dans ce système de création, Mazcalc est un service clé, utilisé non seulement pour estimer la fréquence de l'effet de contextes, mais également pour mettre en évidence les paramètres de contexte impliqués. L'auteur pourrait ensuite utiliser cette information pour réviser le scénario d'apprentissage. Il peut être assisté dans cette tâche d'adaptation à l'aide d'outils de contrôle et de gestion de scénarios. Il serait ainsi possible de jouer de façon itérative avec les paramètres de contextes externes fournis par le Mazcalc et ajuster le scénario en conséquence. Le scénario résultant est stocké dans une base de données.

3.5 Variation des Enseignements basés sur l'émergence des effets de contexte

Les EBEC ont été mises en place au primaire (Cycle 3) au collège, au lycée et en master (Tableau 13). Si les élèves du primaire apparaissent incontestablement les plus motivés, c'est en collège que les investigations authentiques ont été les plus poussées.

Tableau 13 - Les différentes itérations réalisées ou prévues

Nom	Niveau des élèves	contextes	Types de savoir
Gounouy	Primaire (CM2) et secondaire	Guadeloupe / Québec	Naturaliste Biologie animale Education environnement
Géothermie 1	Supérieur Master	Guadeloupe / Québec	Géologie Technologie Education environnement
Géothermie 2	Secondaire collège	Guadeloupe / Québec	Géologie Technologie Education environnement
Socio histoire	Supérieur Master	Guadeloupe / Québec	Concept historiques
Littérature	Primaire	Guadeloupe / Québec	Notion de conte
Sucre	Primaire	Guadeloupe / Québec	Biologie Biochimique Agricole Environnemental
Pomme Banane	Primaire	Guadeloupe / Québec	Biologie Agricole Environnemental
Biodiversité	Primaire	Archipel Guadeloupe	Biologique Environnemental
Alimentation	Collège	Archipel Guadeloupe	Biologie Santé Environnemental

Initialement développées pour les questions environnementales, certaines itérations se sont aventurées vers d'autres savoirs et ont permis des scénarisations réussies par la satisfaction des acteurs et par les effets de contextes observés. Dans ces cas, la modélisation s'est montrée difficile et des aménagements du Mazcalc sont nécessaires. A partir de l'observation des différentes itérations trois points peuvent être soulignés.

- La question des contraintes institutionnelles, différentes en fonction des niveaux scolaires, par exemple les contraintes d'évaluation en master au Québec et les concours en France.
- Les attentes différentes des institutions, en termes éducatif et sociale.
- Et la possibilité de surmonter ces contraintes a également été montrée.

3.6 Contextes et apprentissage, spécialistes et experts

Lors des nombreux recueils effectués, la contextualité des conceptions est une dimension courante. On peut citer la présence du volcan sur les dessins de géothermie, ou le chant des grenouilles à titre d'exemple. Mais comment peut-on relier cette contextualité aux processus d'apprentissage ? Dans les analyses des conceptions observables à travers les pré tests et les post tests, je me suis interrogé sur les relations entre la contextualité des conceptions et leurs pertinences scientifiques. Dans cette perspective, la catégorisation des réponses a souvent été représentée sur ces deux axes (Figure 67) soit comme résultat d'ACM soit comme grille d'analyse. Dans la plupart des cas, au cours des itérations d'EBEC mises en place, les conceptions deviennent à la fois plus scientifiques et plus contextuelles. La question du trajet suivi se pose alors, le fait de construire des conceptions contextuelles mènent-elles à des réponses plus expertes, ou au contraire, les conceptions plus expertes sont-elles ensuite plus contextuelles ?

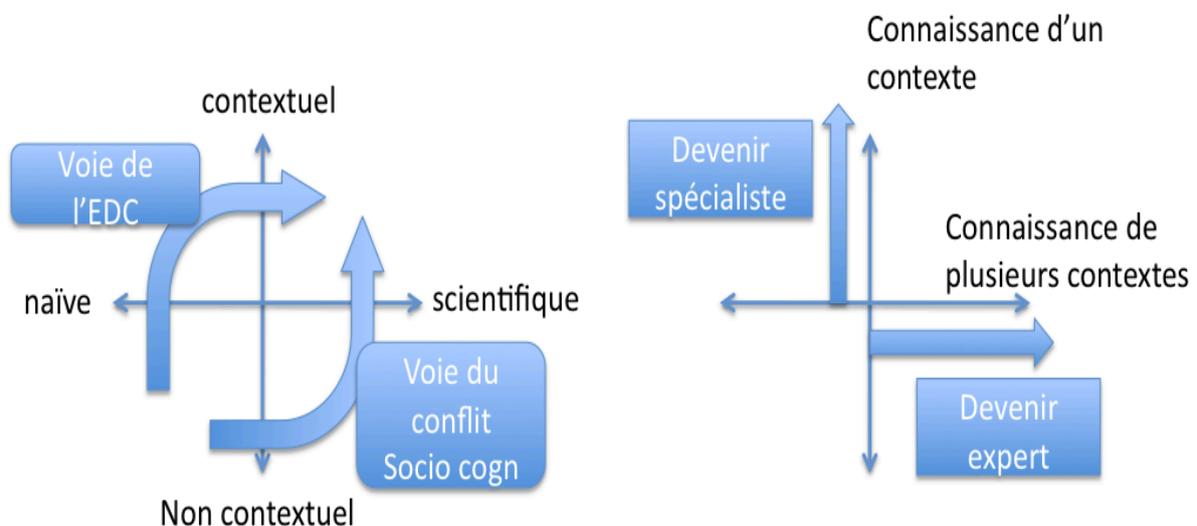


FIGURE 67 - DEUX REPRESENTATIONS DES RELATIONS CONNAISSANCES – CONTEXTES

Evidemment, une réponse simple et unique ne peut être apportée. Mais cette opposition permet d'aborder la relation entre l'effet de contextes et le conflit sociocognitif. Dans le cas de ce que nous avons appelé un temps les effets de contextes de type 1 (Tableau 9 ; et qui sont des exemples de conflits sociocognitifs), un apprenant empreinte la voie du

conflit sociocognitif. Par exemple, les élèves qui travaillent sur le développement des grenouilles vont demander à leur enseignante d'aller chercher des têtards dans une mare afin de les observer. Les *Eleutherodactylus* de Guadeloupe étant des grenouilles arboricoles, elles ne possèdent pas de stade têtard libre. Les élèves trouveront des têtards de *Buffo Marinus* et découvriront plus tard à quelle espèce ils appartiennent. Les élèves ont proposé cette activité parce que leurs conceptions de grenouille initiale, qui peut être appréhendée comme scientifiquement valide (les grenouilles pondent des têtards dans les mares), n'est pas contextuelle. Par l'investigation, cette conception sera confrontée au contexte ce qui déclenchera un conflit sociocognitif. Il n'y a pas ici de confrontation entre deux contextes particuliers, mais entre une idée générale et un contexte particulier.

Lorsque les élèves du groupe alimentation de la même itération sont terriblement surpris et hilares d'entendre que le *Ouaouaron* mange des souris et des petits animaux, la voie empruntée n'est pas la même. Ils ont construit dans l'investigation une conception contextualisée de l'alimentation possible d'une grenouille en observant une *Eleutherodactylus* manger des moustiques ou des petits papillons, et ils en ont fait une généralité. Ils découvrent alors la contextualité de leurs conceptions par la confrontation à un autre contexte. Ce n'est pas pour invalider leurs propres observations mais pour les compléter grâce à l'autre contexte, en particulier en termes de diversité, de variation, de limite et de possible.

Pour bien comprendre cela, il ne faut pas placer le contextuel dans une opposition au général, mais considérer, que dans le cas des connaissances naturalistes, l'exemple particulier ne s'oppose pas à une règle générale ou un modèle mais à un ensemble de particuliers dont les ressemblances et les différences constituent la diversité qui fonde l'expertise scientifique naturaliste.

L'effet de contextes est-il un conflit sociocognitif ? Oui si l'on considère la définition de Bourgeois et Nizet (1999) :

« L'entrée en conflit d'une structure cognitive donnée avec une information incompatible et la perturbation cognitive qui en résulte vont engager le sujet dans la recherche d'un nouvel équilibre, recherche qui le conduira, le cas échéant, à l'élaboration d'une structure nouvelle, compatible avec l'information perturbante »

Et non, si l'on envisage le changement sociocognitif comme l'abandon d'un point de vu contradictoire avec celui d'un condisciple ou d'une action (Festinger, 2009).

Une des limites de la Figure 67 gauche, réside dans le fait que la pluricontextualité des conceptions n'apparaît pas, alors qu'elle est fondamentale dans le processus des EBEC. En fait, deux processus coexistent dans ces enseignements. Le premier, construit au cours de l'investigation basée sur les contextes, est celui qui aboutit à connaître son contexte, parfois jusqu'à en devenir un spécialiste (au moins vis-à-vis des élèves de l'autre contexte). Le deuxième consiste, par la collaboration avec le groupe homologue, à construire une conception multi-contextuelle que nous dénommons experte.

Conclusion

Mes travaux sur les contextes sont nés de préoccupations locales, le besoin socialement ressenti de proposer une compréhension rationnelle des phénomènes d'apprentissages observables en Guadeloupe. La situation particulière de ce territoire, en termes d'histoire, de culture et d'écologie, au sein du système éducatif français très centralisé notamment pour les instructions officielles, les manuels à disposition des élèves et la sélection des enseignants du secondaire, nous permettaient d'espérer trouver des phénomènes inédits d'apprentissage des sciences. Sans opposer ce local à un général référent, et sans m'enfermer dans un localisme infécond, mon travail a toujours été marqué par la volonté de comprendre les phénomènes particuliers de l'enseignement des sciences en Guadeloupe à travers une ouverture sur le monde. La singularité des conceptions au travers des acteurs de transpositions, celles des conceptions d'élèves à travers les enseignements basés sur les effets de contextes et celles des échelles de rapport aux savoirs comme pour la géothermie ou dans le cadre du projet Form@link peuvent être perçues comme des diversités utiles aux apprentissages.

Mon itinéraire montre également une évolution de l'objet de mes travaux. S'inscrivant au début dans une description de phénomènes de contextualisation et d'émergence d'effet de contextes, ils m'ont amené à la proposition puis l'expérimentation de dispositifs didactiques où les contextes, à l'instar de la biodiversité, sont perçus comme une richesse, une chance pour les apprenants. Les démarches que j'ai mises en place ont également notablement évoluées. De démarches hypothético-déductives ancrées sur l'expérience et l'observation par questionnaire et entretien, je développe actuellement des démarches basées sur le développement (DBR) et sur la modélisation des contextes dans l'apprentissage.

Au moment de la synthèse de ces quinze années de recherche sur les relations entre apprentissage des sciences et contextes, le principal changement me semble être celui du parti pris interdisciplinaire que j'ai suivi. Issu de la didactique des sciences et de l'environnement, j'ai eu la chance de pouvoir construire des collaborations fortes avec des scientifiques comme des biologistes, des géologues et des mathématiciens mais aussi avec des psychologues, des sociologues, des linguistes, des spécialistes de l'enseignement à

distance, des technologies éducatives et de l'intelligence artificielle. Ces échanges nombreux au sein du CRREF et de TEEC ont grandement enrichi les concepts scientifiques que je propose comme celui d'effet de contextes, et m'ont permis d'avancer dans mon identité professionnelle et de chercheur.

Sans préjuger de son avenir, l'enseignement basé sur les effets de contextes s'inscrit pleinement dans les compétences du 21^e siècle (Roméro, 2016). Ces enseignements sont technologiques, collaboratifs et basés sur la résolution de problèmes. Je souhaite également que l'enseignement scientifique puisse devenir plus ouvert sur le monde et sur les contextes, soit outillé de systèmes intelligents adaptés et soit capable de s'appuyer sur les richesses que sont les diversités naturelles et culturelles de chaque territoire.

La prise en compte des contextes dans l'enseignement des sciences en tant qu'objet de recherche est récente et de nombreux travaux restent à mener. En termes de perspectives, il est possible d'évoquer le besoin de bâtir une typologie fine des effets de contextes, le développement de CAITS, la question sur les niveaux de pertinence géographique et ontologique, un travail théorique sur la notion de contextualité dans son rapport à l'apprentissage et la nécessité de proposer des dispositifs d'enseignement basés sur les effets de contextes, plus légers et facilement utilisables par les enseignants.

Enfin, parvenant au terme de ce rapport sur mon parcours de recherche, je me demande s'il peut être qualifié de personnel. Oui, mais seulement dans le sens où ce parcours est singulier dans le champ actuel de la didactique des sciences française par le fait que, tout au long des 15 années que j'ai passées à faire de la recherche en Guadeloupe, j'ai toujours été amené à participer à la construction des outils nécessaires à mon travail (filiales d'enseignement, laboratoire d'accueil, financement de projets). Cette histoire qui est la mienne au-delà de celle des idées, m'a donné la chance invraisemblable de construire mes objets, aussi imparfaits qu'originaux, dans une incroyable liberté de penser. Pourtant, et ce manuscrit en est la preuve, tous les travaux que j'ai menés, ont été des aventures collectives, faites de rencontres et de chances. Il s'agit en fait d'un itinéraire collaboratif de recherche qui fut toujours guidé par la volonté de développer l'enseignement des sciences dans la Caraïbe.

4 Bibliographie

- Abowd G.D., Dey A.K., Brown P.J., Davies N., Smith M. et Steggles P. (1999). Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness. In: Gellersen HW. (eds) *Handheld and Ubiquitous Computing*. HUC 1999. *Lecture Notes in Computer Science*, 1707. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Achtenhagen, F. (2003). Problems of Authentic Instruction and Learning. *Technology, Instruction, Cognition and Learning (TICL)*, 1(3).
- Acioly-Régnier, N. et Régnier, J.-C. (2009). Repérage d'obstacles didactiques et socioculturels au travers de l'ASI des données issues d'un questionnaire. Dans R. Gras, F. Spagnolo et J. David (dir.), *Actes de la 3e Rencontre Internationale d'analyse statistique implicite (ASI)* (p. 63-87).
- Ailincai, R. et Cruzier, M. F. (2010). *Pratiques éducatives dans un contexte multiculturel*, vol. I, CRDP Guyane, p. 254.
- Alby, S. (2006). Éveil aux langues et au langage : une expérimentation en Guyane. Dans D. Barreteau et J.-P. Sautel (dir.), *Actes du colloque Bilinguisme et interculturalité à Mayotte. Pour un aménagement du système éducatif*. Mayotte : Dombéni.
- Ananiadou, K. et Claro, M. (2009). 21st century skills and competences for new millennium learners in OECD countries. OCDE, EDU Working paper no. 41.
- Anciaux, F. (2008). Alternance codique français/créole en EPS dans la Caraïbe. Dans T. Karsenti, T., R.-P. Gary et A. Benziane (dir.), *Former les enseignants du XXI^{ème} siècle dans toute la Francophonie* (p 29-41). Clermont-Ferrand : Presses universitaires Blaise Pascal.
- Anderson, T., Shattuck, J. (2012). Design-based research a decade of progress in education research? *Educational researcher*, 41(1), 16-25.
- Anjou, C., Forissier, T., Bourdeau, J., Mazabraud, Y., Nkambou, R. et Fournier, F. (2017). Elaborating the context calculator: A design Expériment in Géothermy, dans Modeling and Using Context. Brézillon, P., Gonzalez, Turner, R. Penco, C. (eds) *Lecture Notes in Computer science* 8175 [subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence: Springer], 5130-526.
- Anjou, C. (2018). L'énergie géothermique : représentation, enseignement et contextes aux Antilles et dans la zone caraïbe. Thèse de doctorat, Université des Antilles.
- Aronson, E. (1978) *The jigsaw classroom*. Sage.
- Bachelard, G. (1938). *La formation de l'esprit scientifique. Contribution à une psychanalyse de la connaissance objective*. Paris : Vrin.

- Bailey, J.-M. et Slater, T. F. (2004). A Review of Astronomy Education Research. *The Astronomy Education Review*, 2(2), 20-45.
- Baker, M., de Vries, E., Lund, K. et Quignard, M. (2003). Interactions épistémiques médiatisées par ordinateur pour la co-élaboration des notions scientifiques. Dans C. Deaudelin & T. Nault (eds.), *Apprendre avec des pairs et des TIC : quels environnements pour quels impacts ?* Montréal : Presses de l'Université du Québec, 121-134
- Baker, M., Andriessen, J., Lund, K., Van Amelsvoort, M. et Quignard, M. (2007). Rainbow: a framework for analyzing computer-mediated pedagogical debates. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 2(2-3), 315-357.
- Balacheff, N. (1995). Conception, connaissance et concept. Séminaire de l'équipe Didatech, IMAG, Grenoble, France, 219-244.
- Barab, S., Squire, K. (2004). Design based research: Putting a stake in the ground. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1): 1-14.
- Bastick, T., et Austin, E., (2003). Teaching Caribbean Students: Research on social issues in the Caribbean and abroad. University of West Indies, Kingston, 466p.
- Bazire M., et Brézillon P. (2005) Understanding Context Before Using It. Dans Dey A., Kokinov B., Leake D., Turner R. (eds) Modeling and Using Context. CONTEXT 2005. *Lecture Notes in Computer Science*, 3554. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Ben, O., Assaraf, Z, Eshach, H., Orion, N. et Alamour, Y. (2012). Cultural differences and students' spontaneous models of the water cycle: a case study of Jewish and Bedouin children in Israel. *Cultural Studies of Science Education*, 12, 1-27.
- Bichara, J. (2003). *Les mathématiques dans le grand public et dans l'enseignement : Comparaison, analyse didactique*. (Thèse de doctorat non publiée). Université Paul Sabatier, Toulouse.
- Bichara, J. (2004). Rallye mathématiques de l'IREM des Antilles-Guyane : présentation, observation, réflexions. *Repères*, 56, 59-76.
- Blanchet, P., Moore, D. et Rahal, S. A. (2008). *Perspectives pour une didactique des langues contextualisée*. Paris : Archives contemporaines.
- Bleuse, N. et Mandar, C. (1994). *Le Climat, La Guadeloupe au fil de l'eau*. Guadeloupe : Conseil de la Culture, de l'Éducation et de l'Environnement de la Guadeloupe.
- Blown, E. et Bryce, T. G. K. (2010). Conceptual Coherence Revealed in Multi-Modal Representations of Astronomy Knowledge. *International Journal of Science Education*, 32(1), 31-67.
- Bolékia-Boléka, J. (2011). Les langues minorées d'Afrique noire francophone face aux grandes langues et aux langues internationales auxiliaires. *Universités francophones et diversité linguistique*, 141-164.
- Bonnier, G. (1909). *Flore complète portative de la France et de la Suisse*. Paris : Librairie Générale de l'enseignement (1^{ère} édition).

- Bourdeau, J., et Grandbastien, M. (2011). La modélisation du tutorat dans les systèmes tutoriels intelligents. *Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation (STICEF)*, 18.
- Bourdeau, J., Forissier, T., Mazabraud, Y., Nkambou R. (2015). Web-Based Context-Aware Science Learning. *Proceedings of the 24th International Conference on World Wide Web Companion* (p. 1415-1418). Association for Computer Machinery (ACM).
- Bourdieu, P. et Passeron, J.C. (1964). *Les Héritiers. Les étudiants et la culture*. Paris : Minuit.
- Bourgeois, E. et Nizet, J. (1999). *Apprentissage et formation des adultes*, Paris : Presses universitaires de France.
- Bourne, G. R. (1997). Reproductive behavior of terrestrial breeding frogs *Eleutherodactylus johnstonei* in Guyana. *Journal of Herpetology*, 31(2), 221-229.
- Brousseau, G. (1976). Les obstacles épistémologiques et les problèmes en mathématiques. Dans J. Vanhamme et W. Vanhamme (dir.), *La problématique et l'enseignement des mathématiques*. Comptes rendus de la XXVIIIe rencontre organisée par la Commission Internationale pour l'Etude et l'Amélioration de l'Enseignement des Mathématiques (p. 101-117). Louvain la Neuve.
- Brousseau, G. (1983). D'un problème à l'étude a priori d'une situation didactique. *Actes de la deuxième école d'été de Didactique des mathématiques* (IREM d'Orléans) p. 39-60.
- Brousseau, G. (1984). Le rôle central du contrat didactique dans l'analyse et la construction des situations d'enseignement et d'apprentissage des mathématiques. *Actes de la 3e Ecole d'été de didactique des mathématiques* (p. 99-108). Grenoble : Université IMAG.
- Brousseau, G. (1986). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques, *Recherches en didactique des mathématiques*, (7) 2, 33-115.
- Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. Grenoble : Éd. La Pensée sauvage (réédition).
- Brown, J. S., Collins, A. et Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Research*, 18, 32-42.
- Bru, M. (2004). La prise en compte du contexte dans l'étude des pratiques de formation et d'enseignement. Dans Marcel, J.F. et Rayou, P. (dir.). *Recherches contextualisées en éducation*, (p. 63-76). Institut National de la Recherche Pédagogique. Lyon.
- Butlen, D., Pezard, M. et Masselot, P. (2006). Comment former à l'enseignement des mathématiques en ZEP ? L'accompagnement des nouveaux titulaires. *Cahiers pédagogiques*, 445.
- Buty C., Tiberghien, A. et Le Maréchal J-F. (2004). Learning hypotheses and an associated tool to design and to analyse teaching-learning sequences. *International Journal of Science Education*, 26: 5, 579-604.
- Calvo, I., Dorta, T., et Robert. J.M. (2014). An empirical study on the user's context in mobile videoconferencing devices. *Journal d'Interaction Personne-Système (JIPS)*, 3 (2), 1-24.
- Centre National de Documentation Pédagogie (2009). *Sciences physiques et chimiques collège*. Scéren, CD ROM.

- Chalmers, A. (1990). *Qu'est-ce que la science? récents développements en philosophie des sciences : Popper, Kuhn, Lakatos, Feyerabend*. Paris : Librairie générale française.
- Chapoulie, J.M. (2001). *La tradition sociologique de Chicago*, Seuil, Paris.
- Cheng, M. M. H. et So, W. W. M. (2011). *Science Education in International Contexts*. Rotterdam : Sense Publishers. 178 p.
- Chevallard, Y. et Johsua, M.-A. (1982). Un exemple d'analyse de la transposition didactique : la notion de distance. *Recherches et didactique des mathématiques*, 3(2), 159-239.
- Chevallard, Y. (1985). *La transposition didactique : du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble : La pensée sauvage.
- Cisel, M. et Bruillard, E. (2012). Chronique des MOOC. *Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation*, 19.
- Clément, P. (2003). Didactique de la biologie : les obstacles à l'apprentissage. Dans Simoes de Carvalho G. (eds), *Saberes e practicas na formação de professoras e educadores*. Portugal : FCT Min. Da Ciancia e do Ensino Superiocr, 139-154.
- Clément, P. (2004). Science et idéologie : exemples en didactique et en épistémologie de la biologie. *Sciences, Médias et Société*, (p.53-69). Lyon. ENS-LSH.
- Clément, P. (2010). Conceptions, représentations sociales et modèle KVP. *Skholê*, 16, 55-70.
- Combé, G. (2011). La pédagogie alternative de Gérard Lauriette. Communication présentée au 1^{er} Colloque international du CRREF (EA-4538), Gosier, France.
- Coughlin, C. A. et Kirch, S. A. (2010). Place-based education: a transformative activist stance. *Cultural Studies of Science Education* 5, 911.
- D'Enfert, R. et Gispert, H. (2011). Une réforme à l'épreuve des réalités. Le cas des « mathématiques modernes » en France, au tournant des années 1960-1970. *Histoire de l'éducation*, 131, 27-49.
- De Lacaze, T. (2015). Contextualisation de l'éducation au développement durable en Guadeloupe : conceptions d'acteurs socioéconomiques, d'élèves de cycle 3 et pratiques enseignantes. Thèse de doctorat inédite. Université des Antilles. Guadeloupe. France.
- Delcroix, A., Forissier, T. et Anciaux, F. (2013). Vers un cadre d'analyse opérationnel des phénomènes de contextualisation didactique. Dans Anciaux, F., Forissier T., et Prudent, L.F. (dir.). *Contextualisations didactiques, approches théoriques*, (p. 141-185). L'Harmattan. Paris.
- Depover, C. (2014). Quels modèles économiques et pédagogiques pour les MOOC ?, *Distances et médiations des savoirs*, 5.
- Dey, A.K. et Abowd, G.D. (2000). Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness. Dans Proceedings of the CHI 2000 Workshop on "The What, Who, Where, When, and How of Context-Awareness". April 1-6, 2000. The Hague. Netherlands. En ligne : <ftp://ftp.cc.gatech.edu/pub/gvu/tr/1999/99-22.pdf>, consulté le 20 juillet 2014.
- Donovan, S., Bransford, J. D., et Pellegrino, J. W. (1999). *How people learn: Bridging research and practice*. Washington, DC : National Academy Press.

- Dreeben, R. et Barr, R. (1988). Classroom Composition and the Design of Instruction. *Sociology of Education*, 61(3), 129-142.
- Duco, A., Ayrinhac, L., Bousquet, A., Chapron, G., Delarocque, C., El Aziz khalil, F., Dreeben, R. et Barr, R. (1988). Classroom Composition and the Design of Instruction. *Sociology of Education*, 61(3), 129-142.
- Thomas G. (2009). *SVT Sciences de la Vie et de la Terre 6^e*. Paris : Belin.
- Duru-Bellat, M. (2001). Les résistances des familles à l'école pour tous. *VEI-Enjeux*, 127, 61-73.
- Duru-Bellat, M. (2002). *Les inégalités sociales à l'école : Genèse et Mythes*, Paris : PUF..
- Duru-Bellat, M. et Van Zanten, A. (2009). *Sociologie du système éducatif. Les inégalités scolaires*. Paris : PUF.
- Ekman P. et Rosenberg, E. L. (1998). *What the Face Reveals*. Oxford University Press.
- Eyraud, C. E. (2010). *Observer la lune en berceau*. Récupéré de : <http://acces.inrp.fr/clea/actualites/observer-la-lune-en-berceau/>.
- Facthum-Sainton, J., Gaydu, A. et Chery, C. (2010). Adaptation de la didactique du français aux situations de créolophonie. Guide du maître : La Guadeloupe. Dans A. Maiga (dir.), *Direction de l'éducation et de la formation. Programme d'apprentissage du français en contexte multilingue*. Paris : OIF.
- Fleischmann, E. (1968). *La science universelle ou la logique de Hegel*. Paris : Plon.
- Festinger, L. (2009). *A Theory of Cognitive Dissonance*, Stanford University Press, (1^{re} éd. 1957).
- Forissier, T. (2003). *Les valeurs implicites dans l'éducation à l'environnement*. (thèse de Doctorat non publiée). Université Claude Bernard, Lyon.
- Forissier, T., Bourdeau, J., Mazabraud, Y. et Nkambou R. (2013). Modeling Context Effects in Science Learning : The CLASH Model. Dans Modeling and Using Context. Proceedings of the 8th International and Interdisciplinary Conference (CONTEXT 2013). *Lecture Notes in Computer Science*, 8175, 330-335.
- Forissier, T., Bourdeau, J., Mazabraud, Y. et Nkambou, R. (2014). The computing effect context for science learning. Dans Brezillon,, P. et Gonzalez, A.J. (Éds). *Context in Computing: a cross-disciplinary approach for modeling the real world*, (p. 255-269). Springer. Paris. Orlando.
- Forissier, T. (2015). Eléments de conceptions des étudiants de première année scientifique de Guadeloupe sur les saisons climatiques et l'orientation de la lune. In A. Delcroix, J.Y Cariou,, H. Ferrière et B. Jeannot-Fourcaud (dir.). *Apprentissages, éducation, socialisation et contextualisation didactique ; approches plurielles*. Paris : L'Harmattan, collection « Logiques sociales ».
- Forissier, T. (2017). Apprendre les sciences en comparant les contextes, principes, technologies et Observations. CIRTA, Oct 2017, Montréal, Canada.
- Fourez, G. (1997). Qu'entendre par îlot de rationalité ? et par îlot interdisciplinaire de rationalité ? *Aster*, 25, 217-225.

- Fraefel, U. (2014). Professionalization of pre-service teachers through university-school partnerships Partner schools for Professional Development» : development, implementation and evaluation of cooperative learning in schools and classes. Conference WERA Focal Meeting, Edinburgh.
- Gaillard, J.-M. (2000). *Un siècle d'école républicaine*. Paris : Éd. Le Seuil.
- Garcia, K. et Brezillon, P. (2018) Model visualization: Combining context-based and tree representations. *Expert Systems With Applications*, 99(1): 103-114.
- Giordan, A., et De Vecchi, G.(1987). *Les origines du savoir*. Neuchâtel, Paris : Delachaux et Niestlé.
- Gontier, T. (2006). Mathématiques et science universelle chez Bacon et chez Descartes. *Revue d'histoire des sciences*, 59, 285-312.
- Grafmeyer, Y. (2004). *L'École de Chicago*, Paris : Flammarion,.
- Herrington, J., McKenney, S., Reeves, T. et Oliver, R. (2007). Design-based research and doctoral students: Guidelines for preparing a dissertation proposal. Murdoch University.
- Hinds, L. (2000). World as Pattern, Picture, and Harmony. In Charles Sorel's Science universelle. *Studi francesi*, 44 (130), 77-83.
- Henri, F., Gagné, P., Maina, M. Gargouri, Y., Bourdeau, J. et Paquette, G. (2006). Development of a knowledge base as a tool for contextualized learning. *AI & Society Journal*, London: Springer-Verlag, , 20 (3), 271-287.
- Hobson, S.-M., Trundle, K.-C, et Saçkes M. (2010). Using a Planetarium Software Program to Promote Conceptual Change with Young Children. *Journal of Science Education and Technology*, 19 (2), 165-176.
- Hongming, M. (2012). *The Images of Science Through Cultural Lenses: A Chinese Study on the Nature of Science*. Rotterdam : Sense Publishers.
- Houlou, R.A.Y. (2007). *Pourquoi l'Afrique pleure et s'enfonce ? les vraies causes et solutions de la misère africaine*. Trafford publishing.
- INSEE (2015). Les déplacements en Guadeloupe : prédominance de l'automobile et émissions de CO2 accrues. Dossier Guadeloupe, 6, août 2015.
- Jodelet, D. (2015). Représentations sociales et mondes de vie. Paris : Archives contemporaines.
- Kant, E. (1975). *Critique de la raison pure*, Pris : PUF, 584 p. 1ere Édition 1781.
- Kerneis, J. et Santini, J. (2006). Contextualité d'une ressource sur les séismes à l'école primaire, articulation de différents régimes de description. *Contextes et didactiques*, 6.
- Kim, M. C., Hannafin, M. J. (2011). Scaffolding 6th graders' problem solving in technology-enhanced science classrooms: A qualitative case study. *Instructional Science*, 39(3), 255-282.
- King, D.-T., Winner, E. et Ginns, I. (2011). Outcomes and implications of one teacher's approach to context-based science in the middle years. *Teaching Science*, 57(2), 26-30.
- Kuhn, T. (1962). *La structure des révolutions scientifiques*, Paris : Flammarion, 284 p.

- Lamri, J. (2018). Les compétences du 21e siècle Comment faire la différence ? Créativité, Communication, Esprit Critique, Coopération : Dunod.
- Lebart, L., Piron, M. et Morineau, A. (2006). *Statistique exploratoire multidimensionnelle* (4e éd). Paris : Eds Dunod.
- Legardez, A. et Simonneaux, L. (2006). *L'école à l'épreuve de l'actualité - Enseigner les questions vives*, Eds ESF.
- Leurette, S. et Forissier, T. (2009). La contextualisation dans l'enseignement des sciences et techniques en Guadeloupe. *Grand N*, 83, 19-26.
- Ligozat, L. et Orange, C. (2017). La modélisation des savoirs dans les analyses didactiques des situations d'enseignement et apprentissage. *Recherches en éducation*. N°29 2-11.
- Martinand, J.-L. (1981). Pratiques sociales de référence et compétences techniques. À propos d'un projet d'initiation aux techniques de fabrication mécanique en classe de quatrième. Dans A. Giordan (dir.), *Diffusion et appropriation du savoir scientifique : enseignement et vulgarisation. Actes des Troisièmes Journées Internationales sur l'Education Scientifique* (p. 149-154). Paris : Université Paris 7.
- Martinand, J.-L. (1992). Présentation. Dans J.-L. Martinand (Ed.), *Enseignement et apprentissage de la modélisation en sciences* (pp. 7-22). Paris : INRP.
- Martinand, J.-L. (1994). *Introduction à la modélisation*. Communication présentée à la conférence. Actes du séminaire de didactique des disciplines technologiques, Cachan, pp. 126-138.
- Mazliak, P. (2005). *Descartes, de la science universelle à la biologie*. Paris : Vuibert.
- McClelland, J. L., Rumelhart, D. E. (1981). "An interactive activation model of context effects in letter perception : I. An account of basic findings". *Psychological Review*. 88 (5): 375–407.
- Meirieu, P. (1998). Le transfert de connaissances, un objet énigmatique. Dans J.-P. Astolfi et R. Pantanella (dir.). *Apprendre* (p. 6-7). *Cahiers pédagogiques, numéro hors série*.
- Meirieu, P. et Tardif, J. (1998). Le transfert : réalités et illusions. *Éducatives*, 15, 61-66.
- Michell, H. (2009). Introduction to the Special Issue on Indigenous Science Education From Place : Best Practices on Turtle Island. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 9(3), 137-140.
- Moquin-Beaudry, L. (2015). So j'suis drunk as fuck cause c'est comme une jungle des fois" : art et français, une relation suspecte ? *Argument*, 17(2), 104-114.
- Morange, N. et Hartmann, M. (2006). *Observation d'une éclipse de Soleil*. Récupéré de :http://www.lamap.fr/?Page_Id=6&DomainScienceType_Id=14&ThemeType_Id=30&Element_Id=985.
- Mousamy, S. (2017). Vers un lexique en créole des mathématiques. *31ème colloque de la FLAREP*, 23 au 26 octobre 2017, Guyane.
- Muglioni, J. (1993). *L'école ou le loisir de penser*. Paris : CNDP.
- Nkambou, R., Bourdeau J., et Mizoguchi R. (2010). *Advances in Intelligent Tutoring Systems*. Springer.

- Nkambou, R., Gouardères, G. et Woolf B.P. (2005). Toward Learning Grid Infrastructures. *Applied Artificial Intelligence : An international journal*, 19 (9), 811-824.
- Orange, C., Beorchia, F., Ducroq, P., et Orange, D. (1999). « Réel de terrain », « Réel de laboratoire » et construction de problèmes en sciences de la vie et de la Terre. *Aster* (28), 107-129.
- Orange, C. (2000). *Idées et raisons : constructions de problèmes, débats et apprentissages scientifiques en SVT*. Mémoire de recherche pour l'HDR, Université de Nantes, Nantes.
- Orion, N. et Hofstein, A. (1994). Factors that Influence Learning during a Scientific Field Trip in a Natural Environment. *Journal of research in science teaching*, 31 (10), 1097-1119.
- Ouellet, D. et Hart, S. A. (2013). Les compétences du 21e siècle. *Observatoire compétences-emplois (OCE)*, 4 (4).
- Ovaska, K. (1991). Reproductive phenology, population structure, and habitat use of the frog *Eleutherodactylus johnstonei* in Barbados, West Indies. *Journal of Herpetology*, 25(4), 424-430.
- Ozouf, C. (2004). Caractère différentiel et relation d'équivalence entre *voir* et *regarder*. *Cahier du CRISCO*, 16.
- Paty, M. (1999). L'universalité de la science, une notion philosophique à l'épreuve de l'histoire. *Revue Africaine de Philosophie*, 1, 1-26.
- Pellaud, F. (2011). *Pour une éducation au développement durable*. Eds Quæ, « Essais »,.
- Popper, K. (1963). *Conjectures and refutations*. Traduction française : Popper K., *Conjectures et réfutations*, La Croissances du savoir scientifique, Paris, Payot, 1985.
- Poulet, H. (2012). Hommage à Gérard Lauriette : « Sur les épaules de Papa Yaya ». Capesterre, le 24 décembre 2012.
- Pourchez, L. (2009). C'est qui tgv ? Contextualisation de l'enseignement et formation des enseignants à la Réunion. *Recherches et ressources en éducation et formation*, 3, 33-41.
- Prigogine, I., Stengers I. (1978). *La Nouvelle Alliance. Métamorphose de la science*. Paris : Gallimard.
- Revuz, A. (1965). *Mathématique moderne, mathématique vivante*. Paris : OCDL.
- Romero, M. (2016). La robotique pédagogique, un outil privilégié pour le développement des compétences du 21e siècle. *Zone 01. Magazine*, 2(1), 28–32.
- Rooderkerk, R. P., Van Heerde, H. J. et Bijmolt, T. H.A. (1 August 2011). Incorporating Context Effects Into a Choice Model. *Journal of Marketing Research*, 48 (4), 767–780.
- Roth, W.-M. (1995). *Authentic school science: Knowing and learning in open-inquiry science laboratories*, Kluwer Academic publishers.
- Russell, J. A. (1980). A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39,1161-1178.
- Russell, P., Hertz, P. et MacMillan, B. (2013). *Biology : the dynamic science*. Lengage Learning.

- Rumelhard G. (1995). *La régulation en biologie, Approche didactique : représentation, conceptualisation, modélisation*. INRP.
- Sadler, T.D., Barab, S.A. et Scott, B. (2006). What do students gain by engaging in socio-scientific inquiry? *Research in Science Education*, 37, 371–391.
- Salviat, B., Coutarel, F., Le Bris, E. et Zodmi, B. (2009). *SVT Sciences de la Vie et de la Terre 6e*. Paris : Nathan.
- Sanchez, E. (2008). Quelles relations entre modélisation et investigation scientifique dans l'enseignement des sciences de la terre ? *Éducation & didactique*, 2 (2).
- Sanchez, E, et Monod-Ansaldi, R. (2015). Recherche collaborative orientée par la conception. Un paradigme méthodologique pour prendre en compte la complexité des situations d'enseignement-apprentissage. *Education & Didactique*, 9 (2).
- Sandoval, W., Bell, P. (2004) Design-Based Research Methods for Studying Learning in Context: Introduction. *Educational Psychologist*, 39(4), 199-201.
- Sandoval W. A. et Harven A. H. (2011). Urban Middle School Students' Perceptions of the Value and Difficulty of Inquiry. *Journal of Science Education and Technology*, 20, 95–109.
- Sauvage-Luntadi, L. et Tupin, F. (2012). La situation professionnelle au cœur de la situation d'enseignement-apprentissage. *Phronesis*, 1(1), 102-117.
- Savy, C. (2005). Comment des enfants de 5 à 11 ans dessinent ce qu'ils ont dans leur tête : leurs conceptions retrouvent-elles les modèles historiques ? Thèse de doctorat, Université Lyon 1.
- Schwalbe, C.R. and Rosen, P.C. (1999). Bullfrogs—the dinner guests we're sorry we invited. *Sonorensis*, 19, 8-10.
- Schwartz, R.-S., Lederman, N.-G. et Crawford B.-A. (2004). Developing Views of Nature of Science in an Authentic Context, An Explicit Approach to Bridging the Gap between Nature of Science and Scientific Inquiry. *Science Education*, 88(4), 610-645.
- Sefton-Green, J. (2016). Can Studying Learning across Contexts Change Educational Research or Will it Lead to the Pedagogization of Everyday Life? dans *Learning across Contexts in the Knowledge Society* (p. 243-251): Springer.
- Sensévy, G. et Mercier A. (2007). *Agir ensemble : l'action didactique conjointe du professeur et des élèves*. Rennes : PUR.
- Sensévy, G. (2011). *Le sens du savoir. Éléments pour une théorie de l'action conjointe en didactique*. Bruxelles : De Boeck.
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(1), 4–14.
- Silvy, C. (2009). Restitutions Organisée de Connaissances. Dans I. Bloch et F. Conne (dir.), *Nouvelles perspectives en didactique des mathématiques*, 14^{ème} Ecole d'été de Didactique des Mathématiques. Grenoble : la Pensée sauvage.
- Simonneaux, L. (2003). Enseigner les savoirs « chauds » : l'éducation biotechnologique entre science et valeurs. dans J.P. Astolfi (dir.). *Éducation et formation : nouvelles questions, nouveaux métiers*, chapitre 7. ESF. Issy-les-Moulineaux.

- Simonneaux, L. & Simonneaux, J. (2008). Efficacité des contextualisations authentiques dans le traitement de Questions Socialement Vives liées à l'écocitoyenneté. Colloque international « Efficacité et équité en éducation ». Efficacité de l'approche des Questions Socialement Vives pour l'éducation à l'environnement et à la durabilité, pp. 3-19. Novembre 2008. Université de Rennes 2.
- Simonneaux, L. & Simonneaux, J. (2009). Students' socio-scientific reasoning on controversies from the viewpoint of education for sustainable development. In *Cultural studies of science education*, Vol. 4 (3), 657-687.
- Simonneaux, J. (2011). Légitimité des savoirs et des expertises : l'exemple du développement durable. Dans Legardez, A. et Simonneaux, L. (coord.). *Développement durable et autres questions d'actualité - Questions socialement vives dans l'enseignement et la formation*, (p. 365-382). Éducagri. Dijon.
- Simonneaux, L. et Simonneaux, J. (2011). Argumentations d'étudiants sur des Questions Socialement Vives environnementales. dans A. Pache, P.P. Bugnard & P. Haerberli (dir.). *Éducation en vue du développement durable, école et formation des enseignants : enjeux, stratégies et pistes*. La revue des Hautes écoles pédagogiques et institutions assimilées de Suisse romande et du Tessin, 13, 157-178.
- Snively, G., et Corsiglia, J. (2001). Discovering indigenous science : Implications for science education. *Science Education*, 85, 6-34.
- Stockless, A. (2019). Le numérique en éducation : apprendre en ouvrant les murs de la classe. *Médiations et médiatisations*, 1(1).
- Tardif, J. et Meirieu, Ph. (1996) Stratégie pour favoriser le transfert des connaissances, *Vie pédagogique*, 98, 7.
- Tardif, J. (1999). *Le transfert des apprentissages*. Montréal : Les Éditions Logiques.
- Taylor, N., Littledyke, M., Quinn, F. et Coll R. K. (2012). *Health Education in Context: An International Perspective on Health Education in School and Local Communities*. Rotterdam : Sense Publishers.
- Teng, P.P.S. (2012). Linking education to socially-relevant bioentrepreneurship for sustainable development. Dans Kim, M. et Diong, C.H. (Éd.). *Biology education for social and sustainable development*. Rotterdam : Sense publishers..
- Terrisse, A. (2001). *Didactique des disciplines : les références au savoir*. Bruxelles : De Boeck Université.
- The Design-Based Research Collective (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, 5-8.
- Thérouanne, P. (2000). *Effet du contexte lexical sur l'accès à la signification des homographes polarisés*. Thèse de doctorat : Université de Provence, Aix-Marseille.
- Tiberghien, A. (2017) Modélisation des savoirs dans la classe en didactique de la physique. *Recherches en éducation*, 29, 72-87.
- Tourangeau, R. et Rasinski, K. A. (1988). Cognitive processes underlying context effects in attitude measurement. *Psychological Bulletin*. 103 (3), 299-314.

- Treanor, R.R. et Nichola. S.J. (1972). A preliminary report of the commercial and sporting utilization of the bullfrog, *Rana catesbeiana* Shaw in California. California Department of Fish and Game, In *land Fish Administrative Report 72-4*, Sacramento, California.
- Triquet, E. (1994). Analyse de la genèse d'une exposition de science. Pour une approche de la transposition médiatique. *Publics et Musées*, 4, 153-157.
- Tupin, F., Françoise, C. et Combaz, G. (2005). Enseignants en milieu créolophone : des représentations aux modes d'intervention. Dans L.-F. Prudent, F. Tupin et S. Wharton (dir.), *Du plurilinguisme à l'école – Vers une gestion coordonnée des langues en contextes éducatifs sensibles* (p. 51-98). Berne : Peter Lang.
- Van Eijck, M., Roth, W.M. (2010). Towards a chronotopic theory of “place” in place-based education. *Cultural Studies of Science Education*, 5(4), 869-898.
- Van Oers, B. (1998). From context to contextualizing. *Learning and Instruction*, 8(6), 473-488.
- Van Wissen, A., Kamphorst B. et Van Eijk, R. (2013). A Constraint-Based Approach to Context. In the proceedings of The Eighth International and Interdisciplinary Conference on Modeling and Using Context (CONTEXT '13). *Lecture Notes in Computer Science (LNCS)*, 8175, 171-184.
- Vercruyse, B., Carlier, G. et Paquay, L. (2007). Vers un cadre d'analyse pour différencier les modalités de contextualisation authentique en éducation physique et sportive. *E-journal de la recherche sur l'intervention en éducation physique et sport*, 1, 141-156.
- Verret, M. (1975). *Le temps des études*. Paris : Honoré Champion.
- Vosniadou, S. (2007). The cognitive-situative divide and the problem of conceptual change, *Educational Psychologist*, 42 (1), 55-66.
- Vosniadou, S. (2008). Bridging culture with cognition: A commentary on “culturing conceptions: From first principles”. *Cultural Studies of Science Education*, 3, 277–282.
- Vygotski, L. (1934). *La Dispute*. Paris : Pensée et langage.
- Wang, F., Hannafin, M.J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational technology research and development*, 53 (4), 5-23.
- Weinburgh, M. (1995) Gender differences in student attitudes toward science: A meta-analysis of the literature from 1970 to 1991. *Journal of research in science teaching*, 32, 387–398.
- Sandoval, W. A. et Harven A. M. (2011). Urban Middle School Students' Perceptions of the Value and Difficulty of Inquiry. *Journal of Science Education and Technology*, 20, 95-109.
- Wilson, A. B. (1959). Residential Segregation of Social Classes and Aspirations of High School Boys. *American Sociological Review*, 24, 836-845.
- Woolf, B. P. (2010). *Building intelligent interactive tutors: Student-centered strategies for revolutionizing e-learning*. Eds. Morgan Kaufmann.
- Wu, Z. X., Nkambou, R. et Bourdeau, J. (2013). Building a cultural intelligence decision support system with soft-computing. *International Journal on Advances in Intelligent Systems*, 6 (1-2), 136-150.

- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L. et Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357-377.
- Zeitler, A. et Barbier, J.M. (2012). La notion d'expérience, entre langage savant et langage ordinaire », *Recherche et formation*, 70.
- Zimmerman, A., Lorenz, A. et Oppermomann, R. (2007) An operational definition of context. *CONTEXT'07 Proc. 6th international and interdisciplinary conference on Modeling and using context*. 558-571.

5 Tables des illustrations

5.1 Table des Figures

Figure 1 - La contextualisation d'après Sauvage et Tupin (2012)	20
Figure 2 - Le modèle de Zimmerman d'après Calvo et al (2014)	21
Figure 3 - Le contexte nuage d'après Bazire et Brézillon (2005)	22
Figure 4 - The cat et l'effet de contexte en psychologie cognitive	24
Figure 5 - Relations contraintes entre contextes externes et internes d'après Van Wissen et al. (2013)	25
Figure 6 - Les Cinq Compétences pour le 21e siècle (Roméro, 2016).....	28
Figure 7 - Principe itératif du DBR d'après Fraefel (2014).	29
Figure 8 - Première définition de KVP (Forissier, 2003).....	37
Figure 9 - KVP et transposition (d'après Forissier 2003 à gauche et Clément 2010 à droite).....	38
Figure 10 - Les relations entre Physique et vie quotidienne au travers des deux mondes	39
Figure 11 - Le modèle dans l'apprentissage des sciences d'après Martinand (1994).....	39
Figure 12 - Parallèle entre les relations Universel Contextuel et Théorique Empirique selon les épistémologies	40
Figure 13 - Dessins d'enfants d'après Savy (2005).....	42
Figure 14 - Contextualisation et transposition.....	48
Figure 15 - Exemple de profil de trois disciplines	60
Figure 16 - Sources et formes de pollutions dessinées par les élèves	67
Figure 17 - Dessin de la pollution fait par un élève enquêté.....	67
Figure 18 - Propositions de chaînes alimentaires concernant les animaux vivant dans la nature en Guadeloupe.....	68
Figure 19 - Sujets ou thèmes marquant une différence significative entre la Guadeloupe et la France Hexagonale en matière de développement durable	69
Figure 20 - Modélisation des relations entre les acteurs locaux du DD et les élèves par rapport aux savoirs.....	72
Figure 21- Source d'énergie et production de l'usine géothermique	75
Figure 22 - Energie renouvelable et cause de la géothermie.....	76
Figure 23 - Opinion des élèves sur la centrale géothermique de Bouillante	77
Figure 24 - Les trois images d'ananas bois présentés aux enfants.	82
Figure 25 - Extraits de manuels sur la germination des plantes, national ou local, toutes les plantes sont mises en pots.....	83
Figure 26 - Deux angles de vue différents de la Lune en croissant (d'après Morange et Hartmann, 2006).....	88
Figure 27 - Climatogramme de Guadeloupe	89
Figure 28 - Les pages d'introduction de deux chapitres de manuels différents	91
Figure 29 - Animations CNDP (en haut à gauche), Cité des Sciences et de l'Industrie (en haut à droite), Musée de la civilisation du Québec (en bas à gauche) et NASA (en bas à droite) sur les phases de la lune	92
Figure 30 - Trois photographies au choix.....	96

Figure 31 - Valeurs propres des différents axes	97
Figure 32 - Description des saisons.....	98
Figure 33 - les mois cités pour chaque saison	99
Figure 34 - Les profils de mois cités	99
Figure 35 - Soleil et lune	100
Figure 36 - Les trois phases de l'effet de contexte (d'après Anjou 2018)	105
Figure 37 - Un modèle du type fleur	108
Figure 38 - Scénario pédagogique proposé	112
Figure 39 - Un exemple d'évolution de réponse aux questions en pré et post test	114
Figure 40 - Dessins de grenouille en pré test (gauche) et post test (droite)	115
Figure 41 - Photographie des élèves à la mare de Morel	116
Figure 42 - Photographie des élèves surpris en écoutant la liste des proies du Ououaron.	117
Figure 43 - Photographie des élèves riant en entendant le chant du ououaron.....	118
Figure 44 - Organisation pédagogique des interactions	120
Figure 45 - Les conceptions en post test sont plus expertes et plus contextuelles.	122
Figure 46 - Organisation de la création et l'utilisation du Mazcalc.....	124
Figure 47 - Prototype du Mazcalc pour le sujet de la géothermie.....	127
Figure 48 - Exemple d'une formule servant à normaliser les valeurs des paramètres.....	128
Figure 49 - Premier exemple d'écart calculés pour deux paramètres de natures différentes (ordinales et nominales).....	129
Figure 50 - Deuxième exemple d'écart calculés pour deux paramètres de natures différentes (ordinal et nominal).....	129
Figure 51 - Représentation des écarts de contextes par famille	131
Figure 52 - Représentation des écarts de contexte par paramètre	131
Figure 53 - Schéma de présentation des éléments du projet TEEC	136
Figure 54 - Explique en quelques mots comment le sucre ou le sirop est produit à partir du végétal?	140
Figure 55 - Extrait d'une analyse didactique de séquence	142
Figure 56 - Phases des interactions et construction de l'effet de contexte	143
Figure 57 - Analyse des états émotionnels d'élèves de Guadeloupe impliqués dans un EBEC	144
Figure 58 - Ensemble des courbes joie de chaque élève de Guadeloupe	145
Figure 59 - Courbe total des élèves Guadeloupéen pour la joie en haut et la tristesse en bas	145
Figure 60 - Une première comparaison des analyses automatique d'état émotionnel et des interactions.	146
Figure 61 - Les trois appariement de la première phase de Form@link.....	147
Figure 62 - Modèle des Interactions Mazcalc / outil de scénarisation	154
Figure 63 - Architecture des CAITS	155
Figure 64 - Deux représentations des relations connaissances – contextes.....	157

5.2 Table des Tableaux

Tableau 1 - Comparaison QSV EDC.....	33
Tableau 2 - Nombre d'itérations relatives aux objets de contexte en fonction des thématiques du DD 64	
Tableau 3 - Nombre d'élèves positionnant le lieu de vie de cinq animaux reconnaissables par leur photo	68
Tableau 4 - Itinéraire des étudiants de l'échantillon	93

Tableau 5 - Les filières souhaitées par les étudiants	94
Tableau 6 - Profil des réponses ayant des inerties importantes sur les deux axes.....	101
Tableau 7 - Comparaison entre les grenouilles étudiées	110
Tableau 8 - Un corpus mixte	113
Tableau 9 - Deux types d'effet de contexte ?	118
Tableau 10 - Organisation pédagogique prévisionnelle de l'expérimentation (d'après Anjou 2018) ..	121
Tableau 11 - Eléments d'opposition entre écart de contexte et effet de contexte	135
Tableau 12 - Choix et modalité proposées pour construire un enseignement basé sur les effets de contextes	152
Tableau 13 - Les différentes itérations réalisées ou prévues.....	156

6 Curriculum Vitae

Nom : FORISSIER

Prénoms : Thomas, Michel, Louis

Date de naissance : Le 22 septembre 1975 à Oullins (69)

Nationalité : Française

Situation familiale : Pacsé, deux enfants

Adresse personnelle : F31 résidence. Le Grand Cannet, Dampierre, 97190 Gosier

Téléphone personnel : 0690 67 73 71

E-mail: tforissi@espe-guadeloupe.fr

SITUATION ACTUELLE

Situation professionnelle : Maître de conférences

Domaine scientifique principal : Sciences humaines et humanités (DSP6)

Rattachement scientifique : 70^{ème} section du CNU

Établissement d'affectation : Université des Antilles

Unité de recherche d'appartenance : CRREF (EA-4538)

Adresse professionnelle : ESPE Guadeloupe, Morne Ferret, BP 517, 97178 Abymes Cedex

Téléphone professionnel : 0590 21 36 15

CURSUS ET FORMATION

Depuis 2011 : Maître de Conférences à l'Université des Antilles, affecté à l'ESPE de l'académie de Guadeloupe.

2004 2011 : Maître de Conférences à l'Institut Universitaire de Formation de Maîtres de Guadeloupe.

2003 : ATER en didactique des sciences au LIRDHIST (Lyon I).

2000 : Allocataire moniteur en didactique des sciences (Biologie) au LIRDHIST (Lyon I),

FORMATIONS UNIVERSITAIRES

2018 : Inscrit en Habilitation à Diriger des Recherches

2003 : Docteur en didactique des sciences de l'Université Claude Bernard Lyon 1. Titre : Les valeurs implicites dans l'éducation à l'environnement, analyse de la formation d'enseignants de SVT (Sciences de la Vie et de la Terre) et des conceptions de futurs enseignants français, allemands et portugais.

2000 : DEA Construction des Savoirs Scientifiques à UCB Lyon1. Mention TB, Classé 1er.

1999 : Certificat d'Aptitude au Professorat de l'Enseignement du Second degré (CAPES)
S.V.T.

SYNTHESE DE LA CARRIERE

Après avoir été recruté en 2000 comme allocataire moniteur en didactique des sciences (Biologie) au Laboratoire de Recherche en Didactique et Histoire des Sciences et Techniques (LIRDHIST, Université Claude Bernard Lyon I) puis comme Attaché Temporaire à l'Enseignement et à la Recherche (ATER) en didactique des sciences au sein du même laboratoire, j'ai été recruté en 2004 comme Maître de Conférences à l'Institut Universitaire de Formation de Maîtres de Guadeloupe. Depuis 2011, je suis Maître de Conférences à l'Université des Antilles, affecté à l'ESPE de l'académie de Guadeloupe.

Dès mon arrivée, j'ai participé à la création de la filière de formation des enseignants de SVT en Guadeloupe. J'en ai assuré la responsabilité les 5 premières années (2005-2011). Ce projet a demandé un travail très important, notamment pour l'élaboration de la maquette d'enseignement, le recrutement des équipes pédagogiques, la constitution des collections d'échantillons et d'équipements et la création des locaux dédiés aux travaux pratiques intégrant les TICE (matériel EX.A.O).

Depuis 2009, je suis Directeur Adjoint du Centre de Recherches et Ressources en Education et Formation (CRREF, EA-4538). Dans le cadre de cette responsabilité, j'ai participé à la rédaction du projet du laboratoire, à la gouvernance scientifique du laboratoire, à la gestion des budgets et à la vie de la structure.

Je suis responsable du parcours « Pratiques et Ingénieries des Didactiques Contextuelles » (PIDC). Dans le cadre du master Pratiques et Ingénieries de la Formation (PIF), le parcours PIDC a pour objectif de former des spécialistes de l'élaboration de design pédagogique en fonction des spécificités contextuelles. J'ai assuré le montage de la maquette de ce parcours qui a ouvert en septembre 2014.

J'ai participé de 2015 à 2018 au projet GEOTREF (PIA), projet industriel et scientifique portant sur les études préliminaires au développement de la Géothermie dans les Antilles. Dans le cadre de ce projet, j'ai encadré le doctorat de Claire Anjou portant sur les études didactiques de la géothermie dans le contexte caribéen. Ce projet a permis de mener des études comparatives des conceptions d'élèves en Martinique, Dominique et Guadeloupe afin de caractériser les relations entre connaissances, systèmes de valeurs, pratiques sociales et contextes naturels et technologiques. Nous avons également modélisé l'émergence d'effets de contextes lors d'une formation d'enseignants de sciences de l'Université des Antilles et de l'Université du Québec à Montréal (UQAM).

Je suis coordinateur national du projet Technologies Educatives pour l'Enseignement en Contexte. Ce projet, cofinancé par L'Agence Nationale de la Recherche (ANR France) et le Fond de Recherche Société et Culture (FRQSC, Québec) est trisannuel (2017-2020). Il implique 7 laboratoires et une vingtaine de chercheurs ; il vise à outiller l'enseignement basé sur les effets de contextes impliquant des apprenants du Québec et de Guadeloupe. Il met en place une méthodologie de Design Based Research. Il permet de développer un calculateur d'écarts de contexte et de redéfinir les modalités d'effets de contexte comme des séquences d'interactions faisant apparaître des changements d'états émotionnels.

Je suis coordinateur scientifique du projet Form@link (AAP incubateur académique 2017 ; Thème d'étude n°12 : Ecole et territoire apprenant en environnement numérique). Ce projet

(PIA) est mené en étroite collaboration avec la Délégation Académique au Numérique Educatif (DANE) de l'académie de Guadeloupe. Le questionnement scientifique porte sur l'échelle de pertinence d'émergence des effets de contexte et s'appuie sur des moments de collaboration synchrones et asynchrones entre élèves des différentes îles de l'archipel de Guadeloupe et Saint-Martin.

J'ai co-encadré trois thèses de doctorat (deux soutenues, une en cours) ainsi que plusieurs dizaines de mémoires de Master 2, essentiellement sur les thèmes de contextualisation didactique et d'éducation à l'environnement.

ACTIVITÉS DE RECHERCHE ET LIEES A LA RECHERCHE

Laboratoire de rattachement

Noms	Lieux	Années
CRREF (EA-4538)	Université des Antilles	2008-2019

Responsabilités scientifiques

Directeur Adjoint du CRREF (EA-4538)

Dans le cadre de cette responsabilité, j'ai participé à la rédaction du projet du laboratoire pour les évaluations AERES de 2008 et 2013. Au quotidien, je participe à la gouvernance scientifique du laboratoire avec le conseil du CRREF, à la gestion des budgets (avec le directeur et la comptabilité) et à la vie de la structure (accueil des chercheurs invités, organisation des séminaires, etc.). Le site du CRREF est consultable sur <https://crref.wordpress.com/>. Son évaluation est disponible sur : <http://www.aeres-evaluation.fr/Etablissements/UNIVERSITE-DES-ANTILLES-GUYANE>.

Aujourd'hui, le CRREF regroupe 14 enseignants chercheurs statutaires et une quinzaine de doctorants. Son budget annuel est constitué de la dotation de base (environ 21 000 euros), des financements scientifiques type BQR de l'Université des Antilles (environ 12 000 euros) et des financements sur projets (notamment TEEC et Form@link, environ 100 000 euros pour 2018).

Contrats de recherche évalués suite à appel à projet

Membre du projet GEOTREEF

Ce projet est partenariat public-privé financé par les Investissements d'Avenir (programme AMI Géothermie de l'ADEME, 2015-2018) visant à développer le potentiel géothermique dans les Antilles. Il comprend un volet didactique qui a notamment permis le financement de la thèse de Claire Anjou. Le site est consultable sur <https://geotref.com/fr/page-daccueil/>

Responsable national du Projet Technologies Educatives pour l'Enseignement en Contexte (TEEC).

Ce projet (2016 – 2019) cofinancé par l'ANR (France) et le FRQSC (Québec) regroupe 7 laboratoires de recherches et près de 20 chercheurs sur 3 sites, Montréal, Paris et Guadeloupe. Un résumé détaillé est consultable sur le site du CRREF : <https://crref.wordpress.com/anr-teec-annonce/>

Responsable scientifique du projet Form@link.

Form@link est un projet portant sur l'utilisation du numérique dans l'éducation auquel participent le rectorat de la Guadeloupe (DANE) et l'Université des Antilles (CRREF). Son objectif est de faire collaborer des élèves des différents territoires de l'archipel de

Guadeloupe lors d'investigations sur le développement durable. Il est financé (2018-2020) par la Direction du Numérique pour l'Education (DNE) dans le cadre d'un projet investissement avenir (PIA, AAP incubateur académique 2017) thème d'étude n° 12 : Ecole et territoire, apprenant en environnement numérique.

Direction de thèses

- **Thierry De Lacaze.** *Contextualisation de l'éducation au développement durable en Guadeloupe : conceptions d'acteurs socioéconomiques, d'élèves de cycle 3 et pratiques enseignantes.* Soutenue le 23 novembre 2015.
- **Claire Anjou.** *L'énergie géothermique : représentations, enseignements et contextes aux Antilles et dans la zone caraïbe.* Soutenue le 11 décembre 2018.
- **Lamprini Chartofylaka (début septembre 2017) :** *l'apprentissage basée sur les effets de contextes.*

Organisation de Colloques scientifiques internationaux

- Bourdeau J., Forissier T. (2017) The Tenth International and Interdisciplinary Conference on Modeling and Using Context, organisation de deux workshops 3 context in Learning. Paris.
- Mazabraud, Y, Forissier, T., Pietrus, A., Gros, O., Anjou, C. (2016). Caribbean Academy of Sciences, 20 th General Assembly And Biennial Meeting, intitulé Biodiversity, Energy, Risks and Health : From scientific knowledge to the emergence of innovative development strategies in the Caribbean, 2016, Nov. 24th to 26th, Guadeloupe, Deshaies.
- Cariou, J.-Y. et Forissier, T. (2011). Organisateur de la journée d'études « Les démarches d'investigation à travers les disciplines », Palais de la Découverte, site d'Uniscience, 5 mai 2011, Paris. Comité scientifique : Antoine Delcroix, Gérard De Vecchi, Max Dorville, Alain Frugière, André Giordan, Jack Guichard, Joël Lebeaume, Christian Orange, Sylvie Plane, Guy Simonin, Brigitte Zana.

Responsable de séminaires

J'ai été responsable de 2008 à 2010 de l'organisation des séminaires mensuels du CRREF. J'étais chargé de mettre en place des séminaires, d'inviter une fois par mois des intervenants afin qu'ils présentent leurs travaux de recherche, et d'assurer la communication de ces actions auprès de la communauté scientifique et de l'académie de Guadeloupe. J'ai également animé les séminaires étudiants des Masters recherches CDEF et PIDC.

Membre des comités d'organisation et scientifique des colloques du CRREF

J'ai participé à l'organisation du colloque international du CRREF qui s'est déroulé du 21 au 24 novembre 2011 à Pointe-à-Pitre en Guadeloupe. Ce colloque intitulé « Contextualisations

didactiques : états des lieux, enjeux et perspectives » a réuni environ 80 chercheurs, venus de 19 pays de trois continents.

Membre de la Caribbean Academy of Sciences (CAS)

Je suis membre de la Caribbean Academy of Sciences (CAS) depuis 2012. J'ai mené en son sein différentes actions de communication et de médiation scientifique. Depuis 2016 je suis le président du Chapter Départements Français d'Amérique.

Participations à des manifestations de promotion de la science

Entre 1998 et 2013, j'ai participé activement à l'organisation d'ateliers à destination de publics scolaires dans le cadre de la manifestation nationale « la Fête de la science », dans un premier temps avec l'Université Claude Bernard Lyon 1, puis avec l'IUFM de Guadeloupe, l'ESPE et la Caribbean Academy of Sciences.

Expertises

- Expertise d'articles courts (une quinzaine) pour le congrès international de European Science Education research association (ESERA) conférence 2011 (Lyon), conférence 2013 (Nicosia), conférence 2015 (Helsinki), conférence 2017 (Dublin)
- Relecteur pour la revue Recherche en Didactique des Sciences et Technologies (RDST)
- Relecteur de chapitre d'ouvrage didactique (série computer science, Springer)
- Centre Régional de Documentations Pédagogiques (Livre scolaire et jeux pédagogiques)
- ADEME Guadeloupe (productions sur la perception cognitive des déchets en Guadeloupe)
- Fondation Maison des Sciences et de l'Homme (MSH), programme DEA 2017.

ACTIVITÉS D'ENSEIGNEMENT

Les enseignements que je dispense prennent essentiellement place dans les masters liés à la formation des enseignants. Ils s'adressent majoritairement aux personnels du secondaire en formation initiale ou continuée. Thématiquement, ces enseignements peuvent être regroupés en deux ensembles, les enseignements de sciences de l'éducation et de la formation d'une part et ceux de Biologie d'autre part.

Présentation synthétique des enseignements

Enseignements de didactique, épistémologie et communication scientifique

Nature des enseignements	Formations concernées
Cours de didactique des sciences	Master enseignement 2 nd degré, mathématiques, Physique Chimie, PLP math, physique, EPS, SVT
Cours et TD de didactique des SVT	Master enseignement 2 nd degré SVT
TD de Méthodologie de la recherche	Master enseignement 2 nd degré SVT, Licence et Master de Formation continue. Master Pratiques et Ingénierie de formation
Cours et TD de didactique et contextualisation des enseignements	Master recherche (CDEF), Master ingénierie (PIDC, FFAP), Formation continue, Master enseignement 1 nd degré SVT
Cours et TD épistémologie et histoire des sciences	Licence Sciences, Master enseignement 2 nd degré
Cours et TD de communication et médiation scientifique	Licence Sciences, Master enseignement 2 nd degré SVT

Enseignements de Biologie

Nature des enseignements	Formations concernées
Cours, TD, TP de Biologie du développement	Licence, Master enseignement 2 nd degré SVT, Préparation CAPES
Cours, TD et TP de zoologie	Master enseignement 2 nd degré SVT, Préparation CAPES
Cours et TD d'évolution	Licence, Master enseignement 2 nd degré SVT, Préparation CAPES
Préparations aux épreuves du CAPES (écrits, oraux, CAPES blancs)	Master enseignement 2 nd degré SVT

Responsabilités pédagogiques

Responsable de l'année de préparation au CAPES SVT (2005-2011)

Avec Emile Voitus, PRAG IUFM de Guadeloupe, nous avons fondé la filière de formation des enseignants de SVT en Guadeloupe. J'en ai assuré la responsabilité les 5 premières années. Ce projet a demandé un travail très important, notamment pour l'élaboration de la maquette d'enseignement, le recrutement des équipes pédagogiques, la constitution des

collections d'échantillons et d'équipements et la création des locaux dédiés aux travaux pratiques intégrant les TICE (matériel EX.A.O).

Co-responsable de Master 2 recherche, dans le cadre d'une convention entre l'IUFM Guadeloupe et l'ENS de Cachan. (2006-2007)

Dans le cadre d'une convention avec l'école normale supérieure de Cachan, une délocalisation du Master 2 recherche didactiques des sciences et techniques a été organisée. J'ai assumé la responsabilité pour la Guadeloupe de l'élaboration de cette convention et du suivi pédagogique de ce projet.

Responsable du parcours recherche *contextualisation didactique en éducation et formation* du Master éducation et formation (2011-2014)

Dans le cadre de la masterisation de la formation des maîtres, un parcours M2 de recherche en didactique nommé contextualisation didactique en éducation et formation a été élaboré. La création de cette filière était concomitante à la reconnaissance du CRREF comme équipe d'accueil. J'ai assuré la responsabilité pédagogique de ce parcours pendant toute son existence.

Responsable du parcours Pratiques et Ingénieries des Didactiques Contextuelles (PIDC) du master MEEF pratiques et ingénierie de la formation (depuis 2014)

Dans le cadre du master MEEF pratiques et ingénieries de la formation, le parcours Pratiques et Ingénieries des Didactiques Contextuelles (PIDC) a pour objectif de former des spécialistes de l'élaboration de design pédagogique en fonction des spécificités contextuelles. J'ai assuré le montage de la maquette de ce parcours dont j'assure la responsabilité depuis son ouverture en septembre 2014.

(Voir : <http://www.espe-guadeloupe.fr/pages/pratique-et-ingenierie-de-la-formation>.)

AUTRES RESPONSABILITES COLLECTIVES

Membre élu du Conseil de l'ESPE (2013-2018)

Je suis membre élu du conseil de l'école ESPE de Guadeloupe dans le collège des maitres de conférences. Je participe également aux réunions en conseil restreint.

Membre de commissions de recrutement d'enseignants chercheurs

Dans le cadre de commissions de spécialistes, puis de comités de sélection, j'ai participé au recrutement de 8 maîtres de conférences depuis 2006. Dans ce cadre j'ai participé à la rédaction de rapports, aux réunions du comité de sélection et aux auditions. J'ai également participé aux recrutements de plusieurs PRAG au sein de mon établissement.

Membre élu de Conseil Scientifique et Pédagogique de l'IUFM de Guadeloupe (2005 -2011)

Entre 2005 et 2011, j'ai été membre élu du CSP de l'IUFM de Guadeloupe et j'ai à ce titre participé aux débats menant aux décisions portant sur la politique scientifique et pédagogique de cet établissement.

Membre nommé de la commission paritaire de l'IUFM de Guadeloupe (2005-2010)

J'ai représenté la direction de l'établissement dans la commission paritaire de l'IUFM de Guadeloupe entre 2005 et 2010.

Président du Jury M2 Pratique et ingénierie de Formation, ESPE Guadeloupe (2014)

J'assume la présidence du jury d'année du Master Pratiques et ingénieries de la formation en 2014 comportant à la fois le parcours « recherche » PIDC décrit plus haut et le parcours Formation de Formateurs et Analyse de Pratiques.

LISTE DE PUBLICATIONS

Articles dans revues à comité de lecture, ouvrages et Chapitre d'ouvrages

De Lacaze, T., Forissier, T. et Parent L. (2019, accepté). Les dimensions contextuelles des conceptions sur l'environnement qu'ont les élèves de Guadeloupe. *Éducation relative à l'environnement : regards – recherches – réflexions*.

Forissier, T., Bourdeau, J., Psyché, V. (2017). Quand les contextes se comparent et se parlent. *Contextes et didactiques* n°10.

Anjou, C., Forissier, T., Bourdeau, J., Mazabraud, Y., Nkambou, R., Fournier, F. (2017). Elaborating the context calculator : A design Expériment in Géothermy, in Modeling and Using Context. Brézillon, P., Gonzalez, Turner, R. Penco, C. (Eds) *Lecture Notes in Computer science* 8175 [subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence : Springer], 5130-526.

Forissier, T. (2015). Eléments de conceptions des étudiants de première année scientifique de Guadeloupe sur les saisons climatiques et l'orientation de la lune. In A. Delcroix, J.Y Cariou, , H. Ferrière, et B. Jeannot-Fourcaud (dir.). *Apprentissages, éducation, socialisation et contextualisation didactique ; approches plurielles*. Paris : L'Harmattan, collection « Logiques sociales ». 163-188.

Forissier, T., Bourdeau, J. Mazabraud, Y. Nkambou R, (2014) Computing the Context Effect for Science Learning, in *Context in Computing*. Brézillon, Patrick, Gonzalez, Avelino J. (Eds.) Springer Science ISBN 978-1-4939-1886-7. 17 p.
<http://www.springer.com/computer/ai/book/978-1-4939-1886-7>

Forissier, T., Bourdeau, J., Mazabraud, Y., Nkambou R. (2013) Modeling Context Effects in Science Learning: The CLASH Model. in Context 2013, *Lecture Notes in Computer science* 8175 [subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence : Springer], 330-338.

Anciaux, F. Forissier, T. Prudent, L. F. (2013) *Contextualisations didactiques, approches théoriques*. L'Harmattan, collection Cognition et Formation.

Delcroix, A. Forissier, T. et Anciaux, F. (2013). Vers un cadre d'analyse opérationnel des phénomènes de contextualisation didactique. In Frédéric ANCIAUX, Thomas FORISSIER et Lambert Félix PRUDENT (dir.), *Contextualisations didactiques. Approches théoriques* (p. 141-185). Paris : L'Harmattan, collection Cognition et Formation.

Delcroix, A. Anciaux, F. et Forissier, T. (2013). Vues d'Outre-Mer. *La vie de la recherche scientifique*, 392, 35

Anciaux, F. Forissier, T. Jeannot-Fourcaud, B. Picot P. et Delcroix, A. (2013). Approche comparée de l'alternance français-créole dans l'enseignement de disciplines linguistiques et

non linguistiques aux Antilles françaises. *e-Journal de la recherche sur l'intervention en éducation physique et sport*, 29, 94-126

Forissier, T. (2010). Enseigner les sciences expérimentales en zones tropicales et équatoriales françaises : repères théoriques sur la contextualisation didactique. In *Pratiques éducatives dans un contexte multiculturel*. R. Ailincal & T. Mehinto (dir.). Cayenne : CRDP de Guyane.

Merlo-Leurette, S. Forissier, T. (2009). La contextualisation dans l'enseignement des sciences et techniques en Guadeloupe. *Grand N*, Vol 83 (pp 19-27) Irem de Grenoble.

Forissier, T., & Mazabraud, Y. (2007). De l'unicité des relations entre représentation et système de valeur dans l'enseignement des SVT. Recherche et ressources en éducation et en formation. Vol 1, 42-47.

Mazabraud, Y., & Forissier, T. (2007). Ressources en Géologie Caraïbienne : les apports de l'outil GPS pour l'étude des séismes et failles majeures de République Dominicaine. *Recherche et ressources en éducation et en formation*. Vol 1, 73-77.

Forissier, T., & Clément, P. (2003). Teaching "biological identity" as genome / environment interactions. *Journal of Biological Education*. Volume 37 Number 2 p.85 à 91.

Communications dans des congrès internationaux

Chartofylaka, L., Forissier, T. (2018) Underpinning Inter-cultural Competence within a Context-Effect Didactic Method. 21th General Meeting and Biennial Conference of Caribbean Academy of Sciences, Kingstown.

Anjou, C., Forissier, T., Mazabraud, Y. (2018). Students' Conceptions about Geothermal Energy in the Caribbean. 21th General Meeting and Biennial Conference of Caribbean Academy of Sciences, Kingstown.

Chartofylaka, L., Fraser, M., Stockless, A., Psyché, V., Forissier, T. (2018). ICT's Perspectives In Context-Driven Learning Initiatives: Using A Collaboration Platform For Research In Primary Education. the 2018 – International Conference on Research in Teaching, Education & Learning. Athens, Greece.

Chartofylaka, L., Forissier, T., Bourdeau, J. (2018). Elaborating a context-based learning approach in Guadeloupe. Oral presentation at the 43rd Annual Conference Caribbean Studies Association (CSA) "Education, Culture and Emancipatory thought in the Caribbean". Havana, Cuba.

Anjou, C., Forissier, T., Bourdeau, J., Mazabraud, Y., Nkambou R. (2017) Elaborating the Context Calculator: A Design Experiment in Geothermy. CONTEXT, Paris, France.

Anjou, C., Forissier, T., Delcroix, A. (2017). Le Comparateur de Contexte: Un Outil Numérique pour la Création de Scénarios Pédagogiques Collaboratifs. CIRTA, Oct 2017, Montréal, Canada.

Anjou, C., Forissier, T. (2017). Apprendre la géothermie avec les effets de contextes Ardist, Mar 2018, Saint-Malo, France.

Forissier, T. (2017). Apprendre les sciences en comparant les contextes, principes, technologies et Observations. CIRTA, Oct 2017, Montréal, Canada.

Anjou, C. Forissier, T., Bourdeaux, J., Fournier F., Mazabraud Y. (2016). Highlighting Context Effects in a Pedagogical Innovation on Geothermal Energy in the Caribbean and North America. 20th General Meeting and Biennial Conference of Caribbean Academy of Sciences, Deshaies.

Bourdeau, J. Forissier, T. Mazabraud, Y. Nkambou R. (2015). Web-Based Context-Aware Science Learning. Dans Proceedings of the 24th International Conference on World Wide Web Companion (p. 1415-1418). Association for Computer Machinery (ACM).

Fécil, S. Forissier, T. (2014) Investigate and compare the results to understand science. 19th General Meeting and Biennial Conference of Caribbean Academy of Sciences, Tobago.

Forissier, T. Bourdeau, J. Mazabraud, Y. Nkambou R. Fécil, S. Poulin, J. Stockles, A. (2014) L'environnement numérique de travail dans les enseignements basés sur les effets de contexte, modalités et modélisation, ACFAS, Colloque 627: Environnements numériques d'apprentissage, tuteurs intelligents et jeux sérieux Montréal, le 14-05-2014.

Forissier, T. Bourdeaux, J. Fécil, S. (2014) Interfaces Elève-Machine pour apprendre à partir des contextes. Actes de 26e conférence francophone sur l'Interaction Homme-Machine, Lille du 28 au 31 octobre 2014

Forissier, T. (2012) Theoretical background to study science education contexts. In 18th General Meeting and Biennial Conference of Caribbean Academy of Sciences.

De Lacaze, T. Forissier, T. (2012) Contextualising teaching of sustainable development: Guadeloupe. In 18th General Meeting and Biennial Conference of Caribbean Academy of Sciences.

Forissier, T. (2011) Context effect in climatic seasons and moon observation, conception in French west indies

Interactive Posters n Science learning and citizenship, 9th international Conference of European Science Education Research Association.

Forissier, T. (2011) Conceptions of children from Guadeloupe on geothermal. Relationship between scientific knowledge and opinions. in 19^{ème} conférence géologique de la Caraïbe.

Forissier, T. Mazabraud, Y. Corsini, M. (2011). Conceptions of children from Guadeloupe on geothermal. Relationship between scientific knowledge and opinions. In 19th Caribbean Geological conference. mars 2011, Gosier.

Mazabraud, Y. Forissier, T. Voitus, E. (2011). Teaching Geology in the French West Indies. From Scientific results to pupils conceptions. In 19th Caribbean Geological conference mars 2011, Gosier.

Forissier, T. (2011). Context effect in climatic seasons and moon observation, conception in French West Indies. Interactive Posters in Science learning and citizenship, 9th international Conference of European Science Education Research Association. Septembre 2011, Lyon.

Delcroix, A. Forissier, T. Anciaux, F. (2011). Contextualisations didactiques. In Colloque international intitulé « Contextualisation didactiques : états des lieux, enjeux et perspectives » organisé par le CRREF (EA-4538), Université de Antilles-Guyane, novembre 201, Gosier.

Mazabraud, Y. Forissier, T. Voitus, E. (2011) Contexte et stratégies pour l'enseignement des Géosciences en Guadeloupe. In « Contextualisation didactiques : états des lieux, enjeux et perspectives » organisé par le CRREF (EA-4538), Université de Antilles-Guyane, novembre 2011, Gosier.

Forissier, T. (2011) Eléments de conceptions des étudiants de première année scientifique de Guadeloupe sur les saisons climatiques et l'orientation de la lune. In « Contextualisation didactiques : états des lieux, enjeux et perspectives » organisé par le CRREF (EA-4538), Université de Antilles-Guyane, novembre 2011, Gosier.

Leurette, S. Forissier, T. (2008). La contextualisation dans l'enseignement des sciences et techniques en Guadeloupe. Actes des 29es Journées Internationales sur la communication, l'Education et la culture Scientifiques et industrielles –Différences et inéquités : enjeux culturels et scolaires pour les sciences et les techniques. Paris : DIRES

Forissier, T., Pierre Louis, M. (2007). The concept of agrosystem in French college. Actes de « Critical analysis of school science textbook » International Organisation for Science and Technology Education. Hammamet.

Forissier, T., Clément. P. (2003). Des futurs enseignants de Science de la Vie et de la Terre conçoivent-ils un écosystème avec ou sans cycles actes du colloque de l'ARDIST 2003

Forissier, T., Guillet, P., Clément. P., Batier C., (2002). Introduire les TIC dans les TP de Biologie du Développement en 1er cycle universitaire. Colloque AIPU 2002 (Association internationale de pédagogie Universitaire), Louvain-La -Neuve

Forissier, T., Clément. P. (2002). Variations culturelles des conceptions d'enseignants du secondaire sur la nature et sur l'environnement. Actes JIES (Journées Internationales sur la

communication, l'Education et la culture Scientifiques et industrielles) A.Giordan, J.L.Martinand & D.Raichvarg eds, Univ. Paris Sud

Mouelhi. L. Kochkar M., Forissier, T., Clément P. (2002) Le culte de Pavlov et de Skinner dans l'enseignement secondaire Tunisien Actes JIES (Journées Internationales sur la communication, l'Education et la culture Scientifiques et industrielles) A.Giordan, J.L.Martinand & D.Raichvarg eds, Univ. Paris Sud

Forissier, T., Clément, P. (2001). How to teach the notion of biological identity? Acts of .Third International Conference of the EUROPEAN Science Education research Association E.S.E.R.A. « Science Education Research in (European Science Education Research Association), Thessalonique, p.383-385

Forissier, T., Clément., P. (2001). La notion d'identité biologique dans les manuels de Sciences de la Vie et de la Terre en 1^e scientifique. Actes JIES (Journées Internationales sur la communication, l'Education et la culture Scientifiques et industrielles). A.Giordan, J.L.Martinand & D.Raichvarg eds, Univ. Paris Sud, 23, p.113-120.

Clément. P., Forissier, T. (2001). L'identité biologique n'est pas que génétique : un défi pour un enseignement citoyen. Communication au Symposium BioEd 2000. « The challenge of the Next Century », Paris, 15-18 May 2000, Actes publiés sur le web.

Clément. P., & Forissier, T. (2001). L'Education à l'Environnement :I – Les systèmes de valeurs dans les conceptions sur l'Environnement . 2^{èmes} Assises du CIFFERSE, Dakar

Clément, P., Cheikho, M., Forissier, T., Guiu, F., Remki L. (2001). L'Education à l'Environnement : II - Pluridisciplinarité et pratiques pédagogiques. 2^{èmes} Assises du CIFFERSE, Dakar

Communication dans des congrès nationaux

Forissier T (2013). Enseignement et SMS. Séminaire de présentation du projet SMS DGFLF Juin 2013

Forissier, T. Voitus, E. Leplat, P. (2012). Pyé-bwa é bwa, ès menm biten ? Séminaire « dire et penser la science en Créole » Abymes, Octobre 2012.

De Lacaze T, Forissier T, (2012). Spécificités des problèmes et des pratiques du développement durable en Guadeloupe. Séminaire « dire et penser la science en Créole » Abymes, Octobre 2012.

Editorial

Mazabraud, Y., Forissier, T., Pietrus, A., Gros, O., Anjou., C. (2016). CARIBBEAN ACADEMY OF SCIENCES 20 th GENERAL ASSEMBLY AND BIENNAL MEETING: Plan-ning and Abstracts book. Nov 2016, Dehaies, Guadeloupe. 2016.

Forissier T., Silvy C., (2015). « Didactique des sciences en contexte ». Revue Contextes et Didactiques n° 6.

Conférences invitées

Forissier, T. (2017). Apprentissages collaboratifs entre élèves du Québec et de Guadeloupe : Approche contextuelle. CIRTA, Oct 2017, Montréal, Canada.

Forissier, T. (2016) L'effet de contexte dans l'apprentissage des sciences. Conférence invitée dans le cadre du séminaire de l'équipe de recherches en éducation scientifique et technologique (EREST, UQAM) Montréal le 12 décembre 2016.