



**Du chercheur à l'enseignant : Analyse de l'appropriation du
dispositif MYMYX (*Mimic mycorrhizal networks*)
par les enseignants de lycées agricoles pour l'accompagnement à la
transition agroécologique**

JEHANNE SECK

TRAVAIL DE FIN D'ETUDE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER
EN AGROECOLOGIE

ANNEE ACADEMIQUE 2019/2020

PRESIDENT DE JURY

PIERRE STASSART, UNIVERSITE DE LIEGE

CO-PROMOTRICES :

MARJOLEIN VISSER, UNIVERSITE LIBRE DE BRUXELLES

MARIE CHAVE, INRAE, UR ASTRO ANTILLES GUYANE

CAROLINE AURICOSTE, INRAE, DEPARTEMENT TERRA/ UMR AGIR

LECTRICE

NATHALIE GIRARD, INRAE UMR AGIR TOULOUSE

Toute reproduction du présent document, par quelque procédé que ce soit, ne peut être réalisée qu'avec l'autorisation de l'auteur et de l'autorité académique de Gembloux Agro-Bio Tech.

Le présent document n'engage que son auteur



**Du chercheur à l'enseignant : Analyse de l'appropriation du
dispositif MYMYX (*Mimic mycorrhizal networks*)
par les enseignants de lycées agricoles pour l'accompagnement à la
transition agroécologique**

JEHANNE SECK

TRAVAIL DE FIN D'ETUDE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER
EN AGROECOLOGIE

ANNEE ACADEMIQUE 2019/2020

PRESIDENT DE JURY

PIERRE STASSART, UNIVERSITE DE LIEGE

CO-PROMOTRICES :

MARJOLEIN VISSER, UNIVERSITE LIBRE DE BRUXELLES

MARIE CHAVE, INRAE, UR ASTRO ANTILLES GUYANE

CAROLINE AURICOSTE, INRAE, DEPARTEMENT TERRA/ UMR AGIR

LECTRICE

NATHALIE GIRARD, INRAE UMR AGIR TOULOUSE

Ce travail de fin d'étude a été réalisé dans le cadre d'un stage au sein de l'Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'alimentation et l'Environnement (INRAE) dans les centres Antilles Guyane et Toulouse.

Ce stage a pu obtenir une gratification sur une durée de 5 mois entre avril et août 2020 grâce au Métaprogramme INRAE SuMCrop : Sustainable Management of Crop Health 2020.

REMERCIEMENTS

Cette étude et les résultats qui en découlent n'auraient pu voir le jour sans les équipes d'enseignants qui ont accepté de faire partie de cette aventure. Particulièrement je remercie l'équipe de Valence et ses élèves de m'avoir accueillie si chaleureusement et l'équipe de Matiti pour avoir répondu à mes questions.

Merci à Marjolein Visser qui a accepté d'être ma promotrice et d'encadrer ce sujet. Merci pour ses remarques et conseils.

Je tiens particulièrement à remercier Marie Chave et Caroline Auricoste. Je les remercie, pour la confiance qu'elles m'ont témoignée en m'acceptant dans leur équipe de recherche et l'opportunité qu'elles m'ont offerte de participer à cette étude. Merci à elles pour leur bienveillance, leurs conseils et la disponibilité dont elles ont fait preuve.

Je remercie aussi Fanny Chrétien pour le temps précieux qu'elle m'a accordé et nos échanges enrichissants qui continuent au-delà du mémoire de nourrir ma réflexion.

Merci également à Jean Robert Moronval pour nos discussions et ses remarques pertinentes.

J'ai eu le plaisir de rencontrer François Johany, Valérie Angeon et Magali Benoit, merci pour ces échanges tout au long du mémoire.

Je remercie aussi mes proches, particulièrement ma mère, ma petite sœur, Ayesha, Julie et Capucine pour leur soutien moral sans faille, si important dans cette période particulière.

Merci finalement à l'équipe INRAE de Toulouse pour son accueil et notamment à Camille Berrier ma collègue de bureau, pour son énergie et ses conseils.

Un grand merci à tous !

RESUME

La mise en œuvre de la transition agroécologique nécessite de penser l'accompagnement de l'ensemble des acteurs de cette transition. Ce mémoire s'appuie sur deux champs disciplinaires, l'agroécologie et les sciences de l'éducation. Il s'intéresse aux enseignants des lycées agricoles engagés dans le plan « Enseigner à produire autrement », en particulier comment : enseigner les connaissances scientifiques et techniques autour de la biodiversité du sol, développer des capacités chez les élèves pour aborder la complexité et s'adapter aux particularités territoriales des lycées agricoles. A partir de l'analyse de l'appropriation du dispositif pédagogique MYMYX (Mimic mycorrhizal networks) conçu par INRAE et initialement destiné aux agriculteurs, cette étude montre : i) la diversité des re-conceptions par l'usage mis en œuvre par les enseignants et ii) comment MYMYX peut devenir une ressource pour enseigner à « produire autrement ». Cette étude confirme l'intérêt de s'intéresser aux questions d'appropriation et de reconception des ressources pour comprendre comment accompagner les acteurs de la transition agroécologique.

***Mots-clés :** Transition agroécologique, accompagnement, MYMYX, appropriation, enseignement agricole, « Enseigner à produire autrement »*

ABSTRACT

The implementation of the agroecological transition requires thinking about the support of all the actors of this transition. This thesis is based on two disciplinary fields, agroecology and education sciences. It focuses on agricultural high school teachers involved in the "Teaching to produce differently" plan in particular how: teaching scientific and technical knowledge about soil biodiversity, developing students' capacities to deal with complexity, and adapting to the territorial specificities of agricultural high schools. Based on an analysis of the appropriation of the MYMYX (Mimic mycorrhizal networks) teaching system designed by INRAE and initially intended for farmers, this study shows: i) the diversity of re-conceptions through use implemented by teachers and ii) how MYMYX can become a resource for teaching how to "produce differently". This study confirm the interest in the issues of resource appropriation and redesign to understand how to support the actors of the agro-ecological transition.

***Keywords :** Agroecological transition, accompany, MYMYX, appropriation, agricultural education, « Enseigner à produire autrement »*

*« Não sou nada.
Nunca serei nada.
Não posso querer ser nada.
À parte isso, tenho em mim todos os sonhos do mundo. »*

*« Je ne suis rien
Jamais je ne serai rien.
Je ne puis vouloir être rien.
Cela dit, je porte en moi tous les rêves du monde. »*

Fernando Pessoa
Alvaro de Campos, 15 janvier 1928

TABLE DES MATIERES

Remerciements	V
Résumé	VI
Abstract	VI
Liste des figures	IX
Liste des tableaux	IX
Liste des acronymes et abréviation	X
Introduction	1

Partie 1 – Cadrage théorique _____ 2

I. Contexte et enjeux : Positionnement par rapport à la bibliographie	2
I.1. Accompagner la transition agroécologique, enjeux et exemple de mise en œuvre en France	2
I.1.1. De l'agroécologie aux agroécologies	2
I.1.2. Valeurs et principes	3
I.1.3. Mise en œuvre de politiques publiques en faveur de l'agroécologie, l'exemple de la France	4
I.1.4. Enjeux de l'accompagnement	4
I.1.5. La TAE oblige à une transition professionnelle importante de tous les métiers	5
I.2. Agroécologie et enseignement, quelles difficultés ?	6
I.2.1. Les spécificités de l'enseignement agricole français	6
I.2.2. Le plan « Enseigner à produire autrement »	7
I.2.3. « Enseigner à produire autrement », quelles conséquences pour l'enseignement ?	8
<i>Les enjeux de la formation vers l'agroécologie</i>	8
<i>Remise en question de la posture de l'enseignant</i>	9
<i>Faire face à des questions socialement vives</i>	10
<i>Un rapport aux savoirs et à la science questionné</i>	10
I.3. L'enjeu de la biodiversité des sols, l'exemple des mycorhizes	11
I.4. Le dispositif MYMYX, une ressource pour accompagner les agriculteurs dans la TAE	12
II. Élaboration de la question de recherche	15
II.1. Quelques éléments théoriques	16
II.1.1. L'approche instrumentale	16
II.1.2. L'appropriation selon l'approche instrumentale dans le monde de l'enseignement agricole	18
II.2. Problématique	19
II.3. Hypothèses	19
II.4. Objectifs	20

Partie 2 – Matériels et méthodes _____ 21

I. Expérimentation de MYMYX dans les lycées agricoles	21
II. Production des données	22
III. Organisation des données	25
IV. Traitement des données	25
V. Présentation de la grille de Fanny Chrétien	27

Partie 3 – Résultats et discussion 29

I. Résultats	29
I.1. De l’outil à l’instrument : processus d’appropriation de la part des enseignants	29
I.1.1. Aperçu général sur les différentes difficultés rencontrées par les enseignants	29
I.1.2. Divergence dans les modalités d’utilisation de MYMYX et réponses aux problématiques exprimées	31
<i>Valence</i>	32
<i>Carcassonne</i>	40
<i>L’Eure</i>	45
<i>Metz</i>	49
I.1.3. Convergences dans l’utilisation de MYMYX et intérêt dans l’enseignement agricole (généricité des résultats)	53
<i>Le manque de ressource</i>	53
<i>Séances en pluridisciplinarité</i>	53
<i>L’outil MYMYX</i>	53
<i>Pistes d’améliorations</i>	54
I.1.4. De la conception à la reconception par l’usage	55
I.1.5. Bilan	57
I.2. Résultats opérationnels	61
<i>Grille d’analyse d’utilisation de l’artefact MYMYX</i>	61
<i>Fiche MYMYX</i>	66
<i>Scénario vidéo</i>	66
<i>Création du mode d’emploi de MYMYX</i>	66
<i>Proposition d’améliorations</i>	68
II. Discussion	69
II.1. Les limites de l’étude	69
Une expérimentation guyanaise avortée	69
Compléter l’expérimentation	70
II.2. La subjectivité d’un outil	70
II.3. Perspectives	71
Conclusion	73

Bibliographie 75

ANNEXES 79

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Résumé des 5 étapes de l'atelier collaboratif	15
Figure 2 : Répartition géographique des lycées agricoles	22
Figure 3 : Carte heuristique fictive d'un lycée	26
Figure 4 : Difficultés exprimées par les enseignants des quatre lycées agricoles	30
Figure 5 : Itinéraire pédagogique suivi à Valence	36
Figure 6 : Itinéraire pédagogique suivi à Carcassonne	42
Figure 7 : Itinéraire pédagogique suivi à l'Eure	46
Figure 8 : Itinéraire pédagogique suivi à Metz	50
Figure 9 : Modification d'une carte de culture	68

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Travail effectué durant le stage	23
Tableau 2 : Organisation des difficultés exprimées par les enseignants	31
Tableau 3 : Difficultés exprimées par les enseignants de Valence	32
Tableau 4 : Réponse de MYMYX aux difficultés exprimées (LA Valence)	37
Tableau 5 : Difficultés exprimées par les enseignants de Carcassonne	40
Tableau 6 : Réponse de MYMYX aux difficultés exprimées (LA Carcassonne)	43
Tableau 7 : Difficultés exprimées au lycée agricole de l'Eure	45
Tableau 8 : Réponses de MYMYX aux difficultés exprimées (LA de l'Eure)	47
Tableau 9 : Les difficultés exprimées au lycée agricole de Metz	49
Tableau 10 : Réponses de MYMYX aux difficultés exprimées (LA Metz)	51
Tableau 11 : Lien entre l'utilisation de MYMYX et les référentiels dans les lycées agricoles	59
Tableau 12 : Tableaux récapitulatif de la capacité de MYMYX à répondre ou non aux difficultés exprimées	60
Tableau 13 : Caractérisation de l'outil du point de vue de la conception (modifications personnelles)	62
Tableau 14 : Les conditions de mise en ressource de l'outil pour l'enseignement (modification personnelles)	63
Tableau 15 : Les conditions de mise en usage de l'outil (modifications personnelles)	64

LISTE DES ACRONYMES ET ABREVIATIONS

APV : Agriculture et Production Végétale

BTS : Brevet du Technicien Supérieur

BTSA : Brevet du Technicien Supérieur Agricole

CMA : Champignons Mycorhiziens Arbusculaires

DGER : Direction Générale de l'Enseignement et de la Recherche

EPA : Enseigner à Produire Autrement

EPLEFPA : Etablissement Public Local d'Enseignement et de Formation Professionnelle Agricole

FREDON : Fédération Régionale de lutte et de Défense contre les Organismes Nuisibles

GIEC : Groupe d'expert Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat

GIRAF : Groupe Interdisciplinaire belge de Recherche en Agroécologie du FNRS

INRAE : Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'alimentation et l'Environnement

Lycée agricole de Carcassonne : LA Carcassonne

Lycée agricole de l'Eure : LA Eure

Lycée agricole de Metz : LA Metz

Lycée agricole de Valence : LA Valence

MYMYX : Mimic mycorrhizal networks

QSV : Question Socialement Vive

STAV : Sciences et Technologies de l'Agronomie et du Vivant

SSU : Schèmes Sociaux d'Utilisation

SU : Schèmes d'Utilisation

TAE : Transition AgroEcologique

TP : Travaux Pratiques

INTRODUCTION

En France, pour la mise en œuvre de la transition agroécologique, les lycées agricoles, « en tant que dispositifs privilégiés de formation des professionnels de l'agriculture et de la forêt » jouent un « rôle primordial » (Ministère de l'Agriculture et de l'alimentation 2016).

Ainsi, le plan « Enseigner à produire autrement » amène les équipes pédagogiques des lycées à travailler autour d'un nouveau paradigme agroécologique « Produire autrement » et pédagogique « Enseigner à produire autrement » (Mayen 2013).

Dans ce contexte, se pose la question des ressources mises à disposition des enseignants pour répondre à ces exigences. Alors que des outils, démarches et jeux sérieux sont proposés par les acteurs de la recherche et des instituts techniques, certains auteurs alertent sur le fait que cette production est pourtant peu « capitalisée, diffusée et utilisée » dans l'enseignement (Chrétien 2016).

Cette étude cherche à identifier quelles difficultés les enseignants rencontrent dans l'enseignement de connaissances scientifiques et techniques autour de la biodiversité du sol et vis-à-vis du plan « Enseigner à produire autrement ». Plus spécifiquement, elle a pour objectif de comprendre l'appropriation et la reconception que sont amenés à faire ces enseignants dans l'utilisation d'un dispositif particulier, MYMYX (Mimic mycorrhizal networks). Comprendre cette problématique nécessite de s'intéresser à la fois aux questions liées à l'agroécologie mais aussi aux sciences de l'éducation. L'objet n'est pas de dresser une liste exhaustive des ressources existantes mais de travailler spécifiquement autour d'un dispositif et de comprendre les enjeux de la reconception d'un outil dans l'usage.

Dans une première partie il s'agit de comprendre les enjeux sous-jacents à la mise en œuvre de la transition agroécologique et son application en France à travers le plan « Enseigner à produire autrement ». La seconde partie décrit la méthodologie et le matériel utilisé pour produire et analyser les données. La dernière partie présente et discute les résultats obtenus dans chacun des lycées. Un éclairage apporté par la littérature permettra d'amener des précisions quant à l'accompagnement d'enseignants vis-à-vis du plan « Enseigner à produire autrement » et du changement de paradigme qu'il nécessite.

Partie 1 – Cadrage théorique

I. CONTEXTE ET ENJEUX : POSITIONNEMENT PAR RAPPORT A LA BIBLIOGRAPHIE

I.1. Accompagner la transition agroécologique, enjeux et exemple de mise en œuvre en France

La transition est définie par Hazard et al., comme une modification radicale des principes régissant un système qui entraîne à la fois les techniques et valeurs des acteurs. C'est le phénomène de transition qui permet à un système de se reconfigurer et arriver chemin faisant à un autre système qui n'existe pas encore (Hazard et al. 2017). La transition est un phénomène complexe car le système en place est souvent verrouillé, stable et installé depuis des décennies. Cet effet de chemin de dépendance (ou "path dependency") est une notion qui explique que les circonstances présentes sont fortement influencées, voire déterminées par des conditions antérieures (Sutherland et al. 2012).

La transition agroécologique (TAE) correspond à une volonté de répondre aux crises que traverse le modèle agricole dominant en mettant en œuvre les principes agroécologiques. Elle repose en particulier sur « i) la création et mobilisation de savoirs issus de l'agroécologie, ii) l'engagement des acteurs (agriculteurs, conseillers agricoles...) dans la construction de ces savoirs pour une adaptation aux territoires, et iii) la territorialisation de l'agriculture impliquant notamment une reconnexion de la production agricole avec l'alimentation locale » (Hazard et al. 2017).

I.1.1. De l'agroécologie aux agroécologies

Si, aujourd'hui, l'agroécologie est définie comme une science, un ensemble de pratiques et un mouvement social (Wezel et al. 2009), ce terme est ancien et fondamentalement polysémique. Il a évolué en fonction des époques et contextes dans lesquels il a été utilisé.

Plusieurs auteurs ont établi les prémices de l'agroécologie : Girolamo Azzi, Juan Papadakis, Wolfgang Tischler, Karl Klages. Chacun de façon singulière a participé à la construction de l'agroécologie au cours du XX^{ème} siècle (Doré et Bellon 2019). Basil Bensing, considéré comme un précurseur de cette discipline, définissait l'agroécologie en 1940 comme « Ecologie appliquée de l'agriculture » (Doré et Bellon 2019). Il proposait alors les bases d'un programme de recherche en agroécologie et amenait la notion d'interdisciplinarité au cœur du raisonnement d'un agroécologue

ajoutant que pour lui « L'enseignement de l'agroécologie devrait faire partie du cursus des collèges et écoles d'agriculture. » (Doré & Bellon, 2019 citant Bensin).

Après la seconde guerre mondiale, de véritables changements agricoles ont eu lieu notamment dans les pays Occidentaux. Permis par la motorisation, l'agriculture s'oriente alors vers des principes d'agrandissement et de spécialisation des exploitations ainsi que d'artificialisation des terres. Motivées par l'atteinte d'une sécurité alimentaire des citoyens, les années post-seconde guerre mondiale ont imposé les bases d'une agriculture industrielle ce qui a progressivement amené à une réduction de la biodiversité au sein des exploitations agricoles.

C'est dans ce nouveau contexte que plusieurs personnalités s'érigent comme Miguel Altieri dont la publication du livre « Agroecology, the Scientific Basis of Alternative Agriculture » en 1983 ainsi que sa ré-édition en 1995 font office de référence pour de nombreux auteurs (Stassart et al. 2012; Doré et Bellon 2019). Depuis, ce terme s'est largement répandu dans la sphère scientifique¹. L'agroécologie s'est ainsi construite en opposition au modèle agricole dominant comme une « critique socio-environnementale et comme proposition d'un modèle alternatif de développement reposant notamment sur la valorisation des systèmes traditionnels et des savoirs locaux » (Stassart et al. 2012 citant Madison 1997). Des figures comme les sociologues Eduardo Sevilla Guzman ou encore Jan Douwe van der Ploeg permettent de penser de nouvelles perspectives agricoles et d'aller vers une « repaysannisation » de l'agriculture (van der Ploeg 2014).

Ainsi, dès ses débuts le terme d'agroécologie ne définit pas un modèle agricole à suivre mais plutôt une orientation, une direction pour des systèmes agricoles. L'enjeu n'étant pas non plus de définir strictement le terme et le restreindre, mais d'explicitier des principes partagés et d'identifier les valeurs sous-jacentes à ce terme.

1.1.2. Valeurs et principes

Malgré la pluralité de ses définitions, on peut admettre que l'agroécologie va au-delà de la simple promotion de la diversité des systèmes agricoles alternatifs vis-à-vis du modèle industriel et qu'elle correspond à une diversité de valeurs. Ce sont ces valeurs qui sous-tendent l'action menée par une entité qu'elle soit issue d'un mouvement social, de la recherche ou du monde politique. Explicitement ces valeurs peuvent être l'équité de genre, la justice sociale, alimentaire et environnementale. Puisque les frontières du terme d'agroécologie sont floues et perméables, il y a un intérêt à identifier les valeurs plus ou moins explicites auxquelles se réfère un acteur (chercheur,

¹ L'occurrence de la racine agroecolog * ou agro-ecolog * dans le Web of Science est passée de six en 1991 à 141 en 2007 (Wezel et al. 2009)

politique, agriculteur, ...) engagé dans une TAE afin de comprendre l'objectif des actions mises en place.

Afin de respecter le caractère polysémique du terme « agroécologie », des chercheurs du Groupe Interdisciplinaire belge de Recherche en Agroécologie, le GIRAF, précisent l'orientation de l'agroécologie en la définissant selon 13 principes qu'ils séparent en 3 catégories : historique, méthodologique et socio-économique. Ceci permet de montrer des « lignes de forces de l'agroécologie » et de qualifier ce qui pourrait faire l'objet de travaux de recherche en agroécologie (Stassart, et al. 2012).

1.1.3. Mise en œuvre de politiques publiques en faveur de l'agroécologie, l'exemple de la France

En France, c'est à Stéphane Le Foll que l'on doit la première impulsion politique vers une transition agroécologique de l'agriculture. Ministre de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt sous le gouvernement de François Hollande de 2012 à 2017, S. Le Foll a mené une politique incitant à changer significativement les façons de faire. Concrètement, la Loi d'Avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt de 2014 a permis d'inscrire ces ambitions de façon durable et cohérente sous le signe de l'agroécologie (Ministère de l'Agriculture de l'agroalimentaire et de la forêt 2013 ; Loi n° 2014-1170 du 13 octobre 2014 d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt 2014).

Le projet agroécologique pour la France, s'accompagne du projet « Produire autrement ». Il s'agit d'inciter à un changement de pratiques des agriculteurs dans le but d'allier la performance environnementale et sociale avec la rentabilité économique. Une attention particulière est portée sur l'enseignement et la formation à travers le plan « Enseigner à produire autrement ».

Pourtant, malgré cette volonté affichée par le gouvernement, il est clair que l'application de texte ou de plan sur le terrain ne va pas de soi.

La notion de transition nécessite de s'intéresser à l'accompagnement des acteurs du monde agricole censés mettre en œuvre cette transition. La TAE nécessite un accompagnement d'une multiplicité d'opérateurs (en nombre et en métiers) qui se trouvent chacun et ensemble devant une forte complexité de verrous à lever (Hazard et al. 2017). Le fait de s'intéresser à la question de la transition agroécologique amène à s'intéresser aux questions d'accompagnement.

1.1.4. Enjeux de l'accompagnement

La TAE n'est pas évidente à mettre en place et implique non seulement un engagement de tous les acteurs mais aussi de les accompagner. Dans leur rapport de 2018 Zakeossian et al. présentent deux scénarios opposant une trajectoire de « transition rapide » à une « trajectoire des petits pas ».

Dans ces deux cas se pose la question du rôle de l'accompagnement des pouvoirs publics et suppose d'engager une « vraie réflexion sur la politique d'accompagnement de cette transition et la place à accorder aux différentes familles de leviers d'intervention » (Zakeossian et al. 2018).

L'enjeu est alors de comprendre les dynamiques de changement des acteurs. La transition agroécologique nécessite un changement de paradigme et implique donc pour chaque acteur de cette transition un changement important d'activité.

La littérature nous éclaire à ce propos en montrant qu'un accompagnement à cette transition est indispensable pour les agriculteurs mais également pour tous les acteurs qui gravitent autour comme les chercheurs, les enseignants et conseillers agricoles (Coquil et al. 2018) .

I.1.5. La TAE oblige à une transition professionnelle importante de tous les métiers

La TAE implique des changements plus ou moins profonds de l'activité des agriculteurs et de leurs conseillers. L'activité est décrite comme étant « une conceptualisation de ce que les personnes font concrètement c'est à dire ce sur quoi elles agissent, la façon dont elles agissent, ce qui compte pour agir, leur façon de définir le bon travail. » (Coquil et al. 2018).

Ainsi, la TAE est une transition professionnelle du point de vue des agriculteurs (Coquil et al. 2018). Leurs activités professionnelles se trouvent bouleversées. Pour comprendre et accompagner cette transition il est utile, voire indispensable, de prendre en compte les motivations des agriculteurs et des conseillers. D'ailleurs ces volontés de changement de travail amènent à des changements décisionnels et techniques divers sans pour autant que les agriculteurs eux-mêmes ne revendiquent des pratiques agroécologiques ou ne se réfèrent spécifiquement au terme d'agroécologie (Pignal et al. 2019).

L'activité professionnelle des conseillers agricoles est elle aussi bouleversée d'après Auricoste et al., selon deux facettes du métier, l'agronomie et le conseil : i) le conseiller est amené à passer de la connaissance au sens strict à un raisonnement agronomique complexe ; ii) le conseil puisqu'il passe de la posture de prescription à celui de facilitateur (Auricoste et al. 2013).

Les bouleversements profonds de l'activité professionnelle face à des volontés politiques de changement à court terme, amènent à une perte de légitimité de l'expertise, des conseillers, qui n'est plus aussi fondée qu'autrefois. Une formation « conseiller demain en agriculture » a justement été créé dans le but d'accompagner au plus près les changements des pratiques des conseillers (Auricoste et al. 2013). De plus, les nouvelles générations accèdent de plus en plus à des niveaux de qualifications et de diplômes parfois élevés (Alarcon 2008 ; Giraud et Rémy 2015).

Pour accompagner cette transition agroécologique, la formation et le contenu de l'enseignement dispensé auprès des futurs acteurs du monde agricole sont des enjeux importants, voire primordiaux. Nous verrons dans la partie qui suit le cas particulier du plan « Enseigner à produire autrement » qui vise directement les enseignants des lycées agricoles.

1.2. Agroécologie et enseignement, quelles difficultés ?

1.2.1. Les spécificités de l'enseignement agricole français

En France, l'enseignement agricole est sous la tutelle du Ministère de l'agriculture et de l'alimentation. Cet enseignement dispose d'un large éventail de formations et de diplômes de la classe de 4^{ème} au doctorat (*voir annexe « Informations relatives à l'enseignement agricole en France » et « l'enseignement agricole : des formations de la 4^{ème} au doctorat »*). Il comprend de nombreux établissements répartis sur l'ensemble du territoire. On compte en 2020, 428 lycées agricoles privés et publics et 18 établissements de l'enseignement supérieur agronomique vétérinaire et du paysage (Ministère de l'Agriculture et de l'alimentation 2020c).

Dans le cadre de ce mémoire nous nous concentrerons uniquement sur les lycées agricoles publiques. Plus précisément, un lycée agricole est en réalité un Etablissement Public Local d'Enseignement et de Formation Professionnelle Agricole, EPLEFPA. Le siège d'un EPLEFPA peut être de trois types :

- Un lycée d'enseignement général et technologique agricole LEGTA
- Un lycée d'enseignement général, technologique et professionnel agricole LEGTPA
- Un lycée professionnel agricole LPA

Chaque centre de formation jouit d'une « autonomie pédagogique et éducative » ce qui permet une certaine souplesse dans l'enseignement par rapport aux lycées généraux. On retrouve dans ces EPLEFPA, des particularités propres à l'enseignement agricole.

Tout d'abord, la présence d'exploitations agricoles et d'ateliers technologiques. Ils assurent des fonctions de production-commercialisation, de formation et d'animation et participent intégralement aux missions que la loi confie aux EPLEFPA. 192 établissements intègrent une exploitation agricole gérée par un chef d'exploitation, 32 sont intégralement en agriculture biologique (Ministère de l'Agriculture et de l'alimentation 2020c).

L'aménagement des plages horaires permet l'enseignement en pluridisciplinarité. Ceci permet aux enseignants de différents disciplines de se réunir et de faire travailler les élèves autour de projets communs.

1.2.2. Le plan « Enseigner à produire autrement »

Historiquement, l'enseignement agricole est né sous le début de la V^{ème} république en 1960. Les lois de Débré-Pisani marquent la naissance de cet enseignement dans le but de prendre en compte les besoins de l'agriculture, montrer la contribution de l'enseignement agricole pour la modernisation de l'agriculture en affirmant l'accélération du progrès technique. A partir des années 1970 apparaissent des premières préoccupations environnementales avec notamment la création du Brevet de technicien supérieur agricole (BTSA) Protection de la nature. C'est dans les années 1990 que les questions de durabilité apparaissent dans l'enseignement agricole.

Plus récemment, la loi de 2014 marque un tournant avec le plan « Enseigner à produire autrement » (EPA). Le Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation souhaite en effet, engager « un nouvel élan pour accompagner les transitions agroécologiques et alimentaires » et mobiliser « l'enseignement agricole en faveur de l'agroécologie et des transitions » (Ministère de l'Agriculture et de l'alimentation 2020a).

Partant du constat que « produire autrement c'est former les agriculteurs », le gouvernement reconnaît le rôle « primordial » que jouent les lycées agricoles « en tant que dispositifs privilégiés de formation des professionnels de l'agriculture et de la forêt » (Ministère de l'Agriculture et de l'alimentation 2016).

Considéré comme « une réussite collective » le plan APA 2014-2018 a réellement permis de redéfinir le rôle des exploitations agricoles au sein des lycées et de faire un lien entre des missions d'expérimentation, d'animation d'innovation et de formation au sein des territoires. (Ministère de l'Agriculture et de l'alimentation 2020b). C'est pour consolider et amplifier cette dynamique que le plan EPA 2 est redéfini en 2020 et se nomme désormais « Enseigner à produire autrement pour les transitions et l'agro-écologie ». Il diffère du premier plan notamment parce qu'il encourage la prise d'initiative des élèves autour des questions de transitions et de l'agroécologie mais également parce qu'il mobilise l'ensemble de la communauté éducative pour enseigner l'agroécologie à travers un accompagnement des enseignants et la mise en place d'une plate-forme de ressources pédagogiques accessibles. Les exploitations agricoles et les ateliers techniques gardent une place importante dans ce nouveau plan comme support d'apprentissage (*Voir annexe « Evolution entre les plans EPA1 et EPA2 »*).

Dans l'énoncé de ces axes on comprend que le plan « Enseigner produire autrement » impacte non seulement le contenu à enseigner mais également les manières pour le faire. L'engagement des équipes enseignantes est important dans la mise en œuvre de ce plan. Dans ce sens, le plan « Enseigner à produire autrement » est considéré comme « un défi pédagogique et didactique adressé à l'enseignement agricole et à ses enseignants » (Gaborieau et Mayen 2018). Ainsi face à

cette injonction ministérielle les enseignants de lycées agricoles peuvent avoir des difficultés à traduire ces enjeux en un renouvellement de pratiques pédagogiques.

1.2.3. « Enseigner à produire autrement », quelles conséquences pour l'enseignement ?

Pour plusieurs raisons la mise en application du plan « Enseigner à produire autrement » pose problème du point de vue des enseignants.

Chaque diplôme contient un référentiel qui comporte un référentiel professionnel, autour des compétences, un référentiel de certification et un référentiel de formation. Ce référentiel de formation est le document de base des enseignants et donne des indications sur le sens et l'attendu de la formation mais ne mentionne pas le contenu à enseigner. Le travail de l'enseignant consiste donc à proposer des situations problèmes à ses élèves qui viennent mobiliser des ressources, interroger le savoir, etc., dans le but d'accroître les compétences des élèves. Il est donc nécessaire de construire des progressions pédagogiques et situations d'enseignement. Le site ChloroFil², grâce aux ressources qu'il met à disposition des enseignants peut aider dans ce sens.

Cependant, on peut malgré tout constater le réel manque de références stabilisées pour l'enseignement agricole pour toutes les filières et niveaux de diplômes. Aucun manuel n'existe comme c'est pourtant le cas dans l'enseignement général et technologique (Chrétien 2019).

Comme le mentionne Isabelle Gaborieau dans sa thèse, le plan EPA rend complexe la tâche des enseignants parce qu'ils doivent apprendre à faire selon de nouvelles pratiques mais aussi parce qu'ils doivent « faire évoluer les mentalités dans un cadre général qui bouge peu » (Gaborieau, 2019). Plusieurs éléments indiquent en effet que l'activité enseignante est perturbée sous certains aspects.

Les enjeux de la formation vers l'agroécologie

Comme nous l'avons vu plus haut le terme d'agroécologie renvoie à des notions de durabilité (faible ou forte), ce n'est pas un terme univoque, on parle d'ailleurs des « mondes de l'agroécologie » qui se côtoient (Doré et Bellon 2019). Face à ce foisonnement d'idées et de richesses apportées par l'agroécologie, il y a la nécessité pour les enseignants et pour les élèves de construire des repères autour de ce terme.

Selon Jean Marc Meynard, la formation vers l'agroécologie se situe autour de cinq points : i) Mobiliser de nouveaux champs de savoirs ; ii) Adopter une vision systémique : Celle-ci permettrait

² ChloroFil est une plateforme destinée aux professionnels de l'enseignement agricole du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation : <https://chlorofil.fr/>

d'amener à se poser des questions, en évitant toutes considérations manichéenne simplistes ; iii) Valoriser les complémentarités entre différentes sources de savoirs ; iv) Innover en s'appuyant sur de nouvelles démarches ; v) Renouveler les critères de performances (Meynard 2018).

Tous ces éléments concordent pour réfléchir à faire évoluer les compétences des enseignants et les amener à une posture nouvelle, peu habituelle ce qui ne rassurent pas forcément ces acteurs.

Remise en question de la posture de l'enseignant

Ce changement de paradigme amené par l'agroécologie questionne la posture de l'enseignant. L'enjeu de l'enseignement aujourd'hui est de prendre en compte des risques, de les intégrer pleinement au raisonnement et d'accepter qu'il n'existe pas une unique solution à un problème donné mais plusieurs en fonction du contexte. Ceci bouleverse les méthodes d'enseignement connues jusqu'alors. Le changement de paradigme amené par l'agroécologie peut gêner voire susciter des oppositions car l'enseignant n'est plus considéré comme le « seul à savoir », (Meynard 2018) l'unique référent d'un domaine dont la parole ne peut être remise en question mais plutôt d'animateur, passeur de savoir, éléments pivot entre la sphère professionnelle dynamique et changeante et la sphère éducative.

Le nouvel objectif de l'enseignant est d'articuler les différentes disciplines, savoir expert et profane pour amener l'élève à se questionner et ainsi passer « De la pédagogie de la réponse à la pédagogie de la question » qui amène donc à se poser des questions plutôt que d'apporter directement des réponses (Mayen 2014).

De fait l'interaction entre élèves et professeurs est amenée à changer. Cet échange entre l'élève et son professeur peut impliquer un changement d'attitude de l'élève, qui est plus engagé, moins « passif ». Il ne doit pas être considéré comme simple apprenant mais bien comme étudiant en devenir professionnel. L'essentiel étant d'arriver à un apprentissage transformateur dans le sens où il transforme l'esprit des étudiants (Visser 2018).

Dans un contexte où le public des lycées agricoles est de plus en plus urbain³, cette reconsidération semble essentielle. Ne pouvant plus s'appuyer sur un « vécu agricole » il y a une perte progressive du lien et de la connectivité avec le monde agricole qui pose des questions sur l'apprentissage contextuel des enseignants et des étudiants (Louah et al. 2015).

Il est important de mettre en place des situations qui permettent d'amener les élèves à argumenter sur leur position, à se positionner, à accepter et écouter la différence d'opinions et d'idées et finalement favoriser la confrontation (« Enseigner et apprendre l'agroécologie » 2018).

³ Diminution nette du nombre d'enfant d'agriculteur ou de salarié agricole inscrit dans un établissement agricole passant de 4 élèves sur 10 en 1990 à 1 élève sur 10 aujourd'hui (Ministère de l'Agriculture et de l'alimentation 2020c)

Le rôle de l'enseignant est donc : désormais de proposer aux étudiants des situations problèmes qui mobilisent le savoir et interrogent la complexité. Cela à partir de support et/ou situations concrètes, au niveau desquelles la situation donne un sens et le problème mobilise le savoir.

Faire face à des questions socialement vives

Le changement de posture de l'enseignant est d'autant plus important que de nombreuses crises majeures frappent le monde agricole suscitant de nombreuses questions socialement vives (QSV). Une QSV est à la fois vive dans la société car elle renvoie à des représentations sociales et à un système de valeurs et peut parfois faire l'objet d'un traitement médiatique important (l'utilisation du glyphosate par exemple). Une QSV est aussi vive dans les savoirs de référence car il subsiste des débats entre les experts des champs disciplinaires concernés. Pour l'enseignement agricole, une QSV est aussi vive dans les savoirs scolaires et peut porter à de vives controverses et débats au sein de la classe comme par exemple avec la question du labour (Nelson Morgado-Ferreira 2018). Ces questions sont ouvertes, complexes et il n'existe pas de réponse unique, rationnelle ou valide (L. Simonneaux et Cancian 2013).

L'enseignement de l'agroécologie doit donc réussir le challenge de faire dialoguer des faits scientifiques et sociétaux dont la frontière est parfois trouble.

Un rapport aux savoirs et à la science questionné

Il convient de questionner les relations entre « des sciences dans et pour des champs différents et des plans diversifiés de la société » (Mayen 2013). D'après cet auteur trois aspects peuvent faire obstacle : la méfiance et les incompréhensions, le faible niveau de connaissances scientifiques dans la société et notamment celui des élèves et enfin le besoin de ne pas donner des solutions techniques et pratiques descendantes pour « construire des transitions vers produire autrement ». (Mayen 2013).

On peut voir un certain chemin de dépendance car le système connu jusqu'à présent est celui qualifié par Jean Simonneaux de système moderne où le savoir ruisselle du haut vers le bas (Simonneaux 2018). C'est ce système qui a largement contribué à favoriser l'essor de l'agriculture productiviste. L'objectif de la science dans ce système de modernité était alors de minimiser et réduire le risque au maximum. Aujourd'hui la science est questionnée par la société et n'est plus synonyme de progrès. Les savoirs sont (re)contextualisés et (re)situés. Le raisonnement tient compte du risque et va même pour certains au-delà de la science : il est socio-scientifique (« Enseigner et apprendre l'agroécologie » 2018) et prend en compte des dimensions sociales, politiques, économiques et éthiques.

En matière d'agroécologie, il n'existe pas une seule réponse valide et rationnelle, ceci peut amener les enseignants dans une posture à laquelle ils ne sont pas habitués. De plus, il faut parfois composer avec des thématiques controversées et dont le savoir est instable, ce qui n'est pas de nature à rassurer les enseignants (Gaborieau 2019).

Faire face à des questions socialement vives amène à accepter le fait qu'il n'existe pas nécessairement une unique solution à un problème donné.

Un exemple qui illustre à la fois ces problématiques et qui fait l'objet d'un enseignement en lycée agricole est celui de la biodiversité des sols et spécifiquement la question des mycorhizes, car non visibles à l'œil nu et sujettent à de nombreuses controverses.

Début août 2019 a été publié un rapport du Groupe d'Expert Intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) qui confirme l'étroite relation entre l'agriculture, l'état des sols, les émissions de gaz à effet de serre et la sécurité alimentaire. Dans un contexte de crise multifactorielle, la gestion durable des sols est un enjeu majeur, car les terres émergées constituent un élément de solution au changement climatique. (Intergovernmental Panel on Climate Change 2019).

Cependant, bien qu'indispensable à la vie sur Terre, le sol est exposé à de multiples menaces dues à des dégradations d'origine anthropique.

Une des façons de mieux gérer le sol et de limiter sa perte de fertilité est de comprendre les processus biologiques qu'il héberge, l'un d'entre eux est la symbiose mycorhizienne.

1.3. L'enjeu de la biodiversité des sols, l'exemple des mycorhizes

Le terme mycorhize désigne une association symbiotique entre les racines des plantes photosynthétiques et certains champignons filamenteux du sol (les champignons mycorhiziens à arbuscules). Plus précisément ce mot tire son origine du grec *μύκης* pour champignon et du latin *rhiza* pour racine, littéralement donc un « champignons-racine ». Le principe de cette symbiose est le suivant : le champignon, associé aux racines, développe des hyphes mycéliens (filaments) qui permettent d'augmenter le volume de sol exploré par la plante. En échange, la plante fournit au champignon des éléments carbonatés issus de la photosynthèse. Le champignon ne peut se développer sans plante, la symbiose est obligatoire (Fortin et al. 2016).

De façon générale les mycorhizes sont une porte d'entrée intéressante en ce qui concerne les questions agroécologiques. En effet, cette symbiose fournit de nombreux services écosystémiques comme par exemple favoriser la croissance des plantes, augmenter la résistance des plantes à la sécheresse et à la salinité ou encore augmenter la résistance des plantes aux stress biotiques (Gianinazzi et al. 2010).

Bien que 80% des plantes soient directement concernées par cette symbiose, soit environ 400 000 espèces, ce processus est complexe, invisibles à l'œil nu, encore peu connu et sous-exploité en agriculture et dont la mobilisation dépend très fortement du contexte agronomique. Par ailleurs, il apparaît que quel que soit le processus choisi pour valoriser et développer les réseaux mycorhiziens sur son exploitation, achat de souches exogènes dans le commerce ou utilisation de mycorhizes indigènes, il est essentiel d'adopter des pratiques agricoles qui permettent le maintien de ce réseau comme la réduction ou suppression du labour, la rotation des cultures, la limitation de la fertilisation et de l'application de pesticides (Bedini citant Matson et al.1997, Mäder et al.2002 et Tilman et al.2002) (*Voir annexe « mycorhizes » pour plus d'informations sur cette controverse*). L'intérêt croissant pour l'utilisation des mycorhizes et le caractère incomplet des connaissances scientifiques, amène une certaine confusion : les agriculteurs ne sachant pas s'ils doivent en acheter et les conseillers ne sachant pas comment les conseillers.

Cette transition agroécologique suppose donc de développer des capacités à agir en situation, et amène des QSV comme par exemple celle de l'utilisation d'intrants ou bien le travail du sol profond avec le labour. Ceci nous amène à nous interroger sur les alternatives et les ressources techniques et pédagogiques qui peuvent être mobilisées.

Dans le cadre de ce mémoire j'ai été amenée à travailler autour du dispositif, MYMYX, qui représente le fonctionnement et le développement des réseaux mycorhiziens tout en faisant le lien avec les pratiques agricoles qui le favorise. C'est sur ce dispositif d'apprentissage collectif que va porter le reste du mémoire et qui constitue un élément de la problématique.

1.4. Le dispositif MYMYX, une ressource pour accompagner les agriculteurs dans la TAE

Face à l'incertitude et à la complexité des connaissances qu'il y a autour de l'utilisation des mycorhizes une demande de formation a été formulée auprès de INRAE Antilles Guyane par la Fédération Régionale de lutte et de Défense contre les Organismes Nuisibles (FREDON) de Martinique ainsi que par les chambres d'agriculture de Guyane et de Guadeloupe. C'est donc suite à cette sollicitation et aux besoins exprimés par les organismes d'obtenir plus de connaissances sur les mycorhizes qu'est né le projet MYMYX ("*Mimic mycorrhizal networks*", en anglais qui signifie imiter les réseaux mycorhiziens). Il a été développé en 2015 dans le cadre du programme

REACTION⁴ financé par le méta programme SMACH⁵. Deux chercheuses de INRAE sont à l'origine de MYMYX : Marie Chave (agronome) et Valérie Angeon (économiste).

Dans une démarche d'échanges et d'apports de connaissances, ce projet poursuivait deux objectifs principaux : i) Faire comprendre les incertitudes liées aux connaissances scientifiques autour des mycorhizes pour amener les agriculteurs à prendre des décisions ; ii) Pouvoir échanger et entrer dans une dynamique de questionnement dans une démarche de recherche participative pour la conception de systèmes de culture qui valorisent les mycorhizes.

Partant du principe que la thématique des mycorhizes est complexe, les deux chercheuses n'ont pas envisagé une formation « classique descendante » avec une intervention sous format « Power point » lors d'une demi-journée à l'issue de laquelle chacun des participants rentreraient chez eux convaincus ou non par l'achat des mycorhizes industrielles. Au contraire, l'idée soutenue par les deux chercheuses est que chaque agriculteur doit être amené à réfléchir sur le choix de développer le réseau mycorhizien naturellement présent dans le sol ou bien d'acheter des inoculum. Dans tous les cas il est nécessaire d'adapter ses pratiques agricoles, qui répondent d'ailleurs aux principes de l'agroécologie. L'enjeu n'était donc non pas de présenter une unique solution qui permette la valorisation du réseau mycorhizien sur la parcelle agricole mais bien d'accompagner le choix des agriculteurs. Cela en présentant des pratiques plus ou moins adaptées à la constitution et au maintien du réseau mycorhizien et faire prendre conscience de l'intérêt et de l'efficacité de chacune des pratiques présentées.

Les mycorhizes étant des organismes difficilement observables il a fallu trouver une solution pour les rendre « visibles » afin d'expliquer cette notion et la rendre plus concrète. C'est ainsi qu'est née la démarche MYMYX conçue en trois grandes étapes alternant des phases « descendantes » (apport de connaissances) et plus interactives (hybridation des connaissances scientifiques et des connaissances d'action).

- **Etape 1 - Atelier collaboratif** : Lors de ce premier atelier⁶, les deux chercheuses introduisaient les éléments de base sur les mycorhizes et le développement du réseau dans le sol. A l'issue de cette première journée les chercheuses ont pu relever des freins et contraintes au développement du réseau mycorhizien et les agriculteurs ont émis des propositions de pratiques agricoles suivant leur contexte et contraintes.

⁴ « REgulation naturelles et leviers d'ACTION : Focus sur la bio protection préventive de la tomate par les symbioses mycorhiziennes »

⁵ APR Métaprogramme SMaCH Sustainable Management of Crop Health

⁶ Cet atelier a eu lieu à partir de 2014 auprès de 50 agriculteurs de Martinique, Guadeloupe, Guyane et de la région PACA, qu'ils aient ou non entamé un processus de transition agroécologique.

- **Etape 2 - Enquête à la ferme** : Un à deux mois après l'atelier des enquêtes à la ferme ont eu lieu. Les objectifs consistaient en une évaluation des connaissances. Les agriculteurs pouvaient également formuler de nouvelles propositions et faire part d'éventuelles contraintes liées à la mise en œuvre de pratiques agricoles permettant le développement du réseau mycorhizien.
- **Etape 3 - Atelier workshop** : Une fois la phase d'enquête terminée et les résultats analysés, un dernier atelier avait lieu afin de présenter les résultats et réaliser une évaluation prospective des pratiques agricoles mises en œuvre et imaginées par les participants.

Au final, trois à quatre mois auront été nécessaires pour mettre en œuvre cette démarche au sein de différents territoires.

Deux hypothèses ont accompagné cette démarche. La première agronomique part du principe qu'obtenir une meilleure connaissance des mycorhizes permet de changer des pratiques agricoles car l'approche pour la comprendre est nécessairement systémique⁷. La seconde repose sur le fait que l'apprentissage collectif avec les pairs est plus performant que l'apprentissage individuel et que cet apprentissage collectif permet de co-construire un savoir par boucles d'apprentissage (Coudel et al. 2008).

Le raisonnement qui a conduit à la conception de MYMYX s'est appuyé sur la théorie de la conception innovante CK « Concepts-Knowledge » (Hatchuel et Weil 2008) issue des sciences de gestion qui fait co-évoluer l'espace des concepts et des connaissances ainsi que sur la démarche KCP : « Knowledge, Conception, Proposition » qui est une méthode opérationnelle issue de la théorie CK.

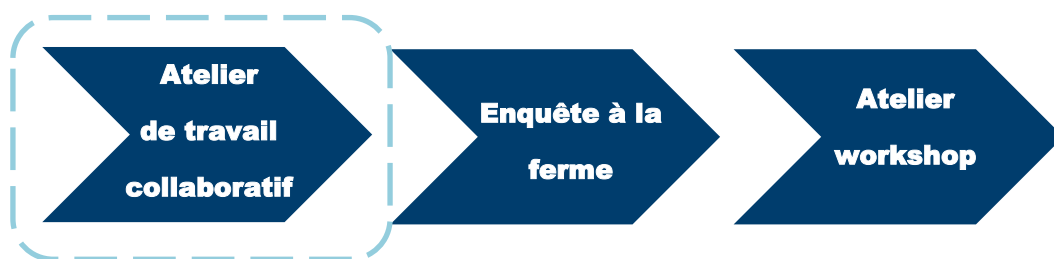
A l'issue des 3 étapes mises en œuvre sur 4 territoires différents (Martinique, Guyane, Provence et Guadeloupe) auprès de 50 agriculteurs, un large éventail de propositions agronomiques ont été faites, 154, la plupart concernant les concepts C2 (« connexion des champignons mycorhiziens avec les plantes ») à 48% et C3 (« densification des réseaux mycorhiziens ») à 36%. De façon surprenante, l'introduction de souches exogènes ne représentait que 2% des propositions. Certains agriculteurs ont intégré le potentiel mycorhizien comme un critère de conception de leur système de culture. MYMYX a ainsi permis aux agriculteurs d'intégrer des processus biologiques complexes impliqués dans la mycorhization et des pratiques agricoles. Ceci a rendu possible l'exploration de nouveaux horizons dans le but d'améliorer les systèmes de cultures ayant recours à la biodiversité (Chave et al. 2019).

⁷ La démarche étant centrée sur la notion de réseau, une attention particulière a été portée sur le fait d'employer le terme de « réseau mycorhizien » plutôt que celui de « mycorhize ».

II. ÉLABORATION DE LA QUESTION DE RECHERCHE

Ce mémoire pose la question de l'accompagnement à la transition agroécologique auprès des enseignants des lycées agricoles. Il se propose de regarder le processus d'appropriation au sein des lycées agricoles du dispositif de recherche MYMYX conçu par deux chercheuses.

Les trois étapes du dispositif MYMYX précédemment décrites ont été conçues et utilisées dans le cadre des travaux de recherche menés par Marie Chave et Valérie Angeon. A l'occasion d'une transposition de cette utilisation au sein des lycées agricoles la version de MYMYX a été allégée, seule la première partie construite comme un jeu sérieux est utilisée et décrite ci-dessous. Désormais l'utilisation du terme MYMYX ne désignera que cette partie et sera spécifique à l'expérimentation faite dans les lycées agricoles.



Cet atelier collaboratif est constitué de cinq séquences (voir figure 1) auxquelles sont rattachées un quiz, la hiérarchisation des pratiques favorisant ou non le réseau mycorhizien dans le sol, un questionnement sur le changement de pratiques que l'agriculteur se sent capable d'opérer ou non et l'établissement d'une stratégie impliquant plusieurs cultures. Une description complète du dispositif ainsi que le matériel à disposition utilisé lors de l'atelier collaboratif est disponible en annexe « *Présentation du dispositif MYMYX utilisé lors de l'atelier collaboratif par Marie Chave et Valérie Angeon* ».

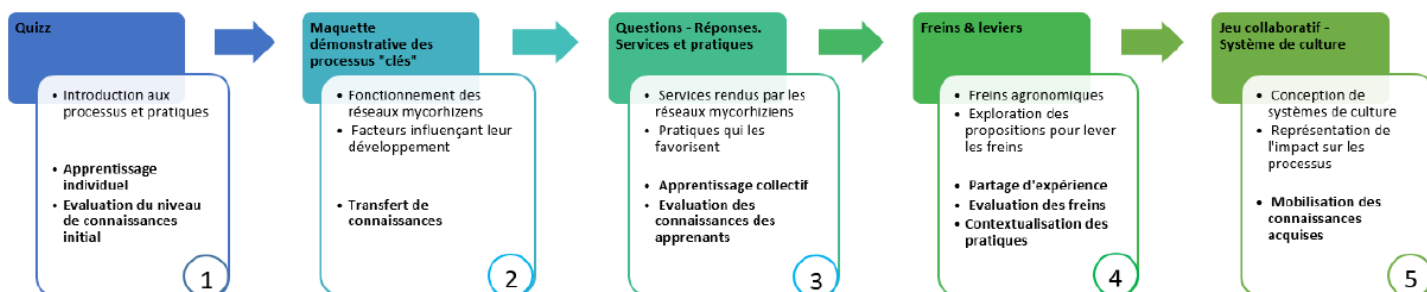


Figure 1 : Résumé des 5 étapes de l'atelier collaboratif
Source : Chave et Angeon 2017

II.1. Quelques éléments théoriques

Dans le cadre du mémoire je suis amenée à utiliser une partie de ce dispositif de recherche auprès d'enseignants. Afin de comprendre la manière qu'ont les enseignants d'utiliser le dispositif MYMYX et de se l'approprier, je fais appel à plusieurs éléments théoriques de divers auteurs en sciences de l'éducation décrivant l'instrument et le processus d'appropriation.

II.1.1. L'approche instrumentale

Il existe tout un champ de recherche qui traite de la thématique de l'usage d'un outil et de son appropriation par d'autres. L'approche instrumentale décrite par Pierre Rabardel, nous permet de comprendre les enjeux derrière l'utilisation d'outils. Cette notion d'instrument est formée de deux composantes : un **artefact** (ou outil) matériel ou symbolique et d'un ou plusieurs **schèmes d'utilisation** (SU) associés à cet artefact (Rabardel 1995a) .

Un **artefact** est défini comme une « chose ayant subi une transformation, même minime d'origine humaine » (Murrillo et al. 2013 citant Rabardel 1995). Il s'agit d'un « objet transformé par l'Homme » qui peut être « multifonctionnel » c'est à dire qu'en fonction de la situation, un artefact peut être utilisé de différentes manières et constituer plusieurs instruments (Murillo et al. 2013). Un artefact est conçu par une ou plusieurs personnes dans le but de répondre à des objectifs particuliers, il est issu du vocabulaire anthropologique.

Sont nommés **schèmes d'utilisation** un « ensemble structuré des caractères généralisables des activités d'utilisation des instruments » et « peuvent être considérés comme des invariants représentatifs et opératifs correspondant à des classes de situations d'activité avec instrument » (Rabardel 1995b). Les aspects représentatifs faisant références aux types de transformations que l'on peut réaliser et les aspects opératifs faisant référence aux buts. En d'autres termes les schèmes d'utilisation sont toutes les « organisations invariantes de l'action » (Murillo et al. 2013), c'est-à-dire des répétitions de comportements qui permettent à l'utilisateur de mettre en œuvre les activités et comportements qui permettent de faire usage d'un outil. Ces schèmes sont alors considérés comme une « base stable » pour l'activité de l'usager (Rabardel 1995b). Les SU ont une dimension sociale et singulière et doivent être considérés en tant que **schèmes sociaux d'utilisation** (SSU) ce qui est une dimension importante dans une perspective éducative (Rabardel 1995b). Il arrive parfois que ces schèmes puissent être déviés, modifiés, voire supprimés.

Ces schèmes remplissent plusieurs fonctions : une fonction épistémique qui est « tournée vers la compréhension des situations », une fonction pragmatique « tournées vers la transformation de la situation et l'obtention de résultats » et une fonction heuristique qui contrôlent et orientent l'activité (Rabardel 1995a).

L'instrument résulte d'une utilisation efficace de l'artefact rendu possible par des schèmes d'utilisation. Un instrument n'est donc en aucun cas « donné » mais bien « élaboré par le sujet » (Rabardel 1995b). C'est cette association entre l'artefact et les schèmes d'utilisation qui crée l'instrument.

Cette théorie autour de l'instrument permet de comprendre les modifications d'un artefact qui aboutissent à la genèse instrumentale. Selon Murrillo et al., « une genèse instrumentale est un processus d'appropriation d'un outil par un sujet » (Murrillo et al. 2013). Il s'agit d'un véritable processus d'appropriation qui combine l'instrumentalisation et l'instrumentation : **les processus d'instrumentalisation** sont dirigés vers l'artefact : il s'agit d'une transformation de l'artefact dans sa structure, son fonctionnement. Ces processus prolongent les réalisations de l'artefact. **Les processus d'instrumentation** sont eux relatifs au sujet, à l'émergence et à l'évolution des schèmes d'utilisation et d'action instrumentée par le sujet (assimilation d'artefacts nouveaux à des schèmes déjà constitués, coordination, etc.). (Rabardel 1995a). Ils correspondent à ce que l'usage de l'artefact fait au sujet, à ses représentations, à ses conceptions. Il y a donc parfois des instrumentalisations qui s'accompagnent de processus importants d'instrumentations, c'est-à-dire de développement de nouveaux schèmes, et de nouvelles conceptualisations chez les sujets.

Quand un outil est détourné de sa fonction initiale, il y a une **catachrèse**. En linguistique, une catachrèse désigne l'utilisation d'un mot au-delà de sa signification première. Dans sa théorie, Rabardel étend la signification de ce mot et y désigne « l'utilisation d'un outil à la place d'un autre ou l'utilisation d'outils pour des usages pour lesquels ils ne sont pas conçus ». Cette notion permet de montrer l'écart entre le prévu et le réel dans l'utilisation des artefacts. (Rabardel 1995a).

Exemple : Une feuille de papier est initialement conçue comme un support pour l'écriture. Ainsi quand l'utilisateur utilise une feuille de papier pour écrire il utilise l'artefact « feuille » dans son objectif premier : celui de fournir un support pour écrire ou dessiner. Cependant, quand un utilisateur décide d'utiliser une feuille pour construire un cube ou un origami, il détourne l'artefact de sa fonction première. Dans cette nouvelle utilisation un schème apparaît celui de plier la feuille pour obtenir une figure géométrique particulière. Dans cet exemple l'artefact peut être plus au moins détourné selon l'usage qui en sera fait (tracer des points de repères, ...). On observe donc un écart entre la conception et l'utilisation de l'artefact. La feuille aura alors subi une instrumentalisation puisque seul l'artefact est modifié. En revanche si l'utilisateur prend l'habitude de détourner l'objectif de conception pour son propre usage, il y a un processus d'instrumentation.

L'appropriation est donc le fait qu'un utilisateur puisse être amené à reconcevoir l'usage d'un outil en fonction de son activité et de ses intentions. Ce que l'utilisateur est amené à utiliser dépasse la raison initiale pour laquelle l'objet a été conçu. Ces artefacts ou outils vont être alors peu à peu

instrumentalisés par l'utilisateur selon ses propres contraintes et objectifs. Parfois cet usage est tel que la raison pour laquelle on utilise l'outil au départ est très éloignée des raisons pour lesquelles il a été conçu à l'origine. Ce processus dit d'instrumentalisation peut être matériel comme immatériel.

II.1.2. L'appropriation selon l'approche instrumentale dans le monde de l'enseignement agricole

L'utilisation de l'approche instrumentale permet d'illustrer et d'étudier les processus d'appropriation de l'enseignant dans son activité. L'instrument ne correspond pas nécessairement à un objet physique mais peut être une fonction pragmatique qui permet d'induire des interactions entre l'enseignant et les élèves de type « cours dialogué » (Murillo et al. 2013).

De plus, selon Rabardel, un instrument a un double usage : un premier usage est celui d'influencer les élèves dans la construction des savoirs et les processus de conceptualisation. Un autre est celui d'être une variable pour les enseignants sur lesquelles on peut agir afin de concevoir et contrôler des situations pédagogiques. (Rabardel 1995b). On voit donc que l'instrument concerne autant les élèves que les enseignants, tous deux usagers dans la situation d'enseignement-apprentissage, et ce indépendamment du/des concepteur.s qui a/ont conçu l'objet. Souvent considérés comme des « simples auxiliaires neutres, n'intervenant pas en tant que tels sur la construction des savoirs par les élèves et sur les conceptualisations qui en résultent », Rabardel argumente sa théorie par le fait que les « instruments ne sont pas neutres » et qu'ils influencent la construction des savoirs (Rabardel 1995b).

Par ailleurs, comme le montre une étude récente lorsque des enseignants mobilisent des ressources il y a un travail de « transposition instrumentale » qui est effectué afin de « projeter un usage formatif à ces ressources potentiellement support d'apprentissage », il s'agit d'un travail de mise en ressource des artefacts (Chrétien 2019). Si ces ressources sont utilisées par les enseignants une mise en usage des outils peut être faite mais elle est « discrétionnaire » puisqu'elle n'est pas rendue visible ou public, évaluée ou partagée au sein de la communauté enseignante (Chrétien 2019). Rendre compte d'un processus d'appropriation par les enseignants des lycées agricoles pourrait donc permettre de pallier à ce constat d'invisibilité et ainsi comprendre l'usage qui est fait par les uns et les autres d'une ressource et son utilité.

Face à l'essor de nouvelles ressources produites par la recherche ou par différents organismes nous nous interrogeons sur l'appropriation de ces ressources par les enseignants en fonction de leurs besoins et contraintes. Dans le cadre de ce mémoire, les concepts précédemment décrits seront utilisés afin de positionner le sujet de l'appropriation dans un contexte particulier, celui de l'utilisation de MYMYX (désigné comme artefact ou outil) auprès des enseignants des lycées

agricoles (les utilisateurs). Il s'agira de comprendre si des schèmes d'utilisation apparaissent et quels sont les processus à l'œuvre dans l'utilisation de MYMYX par des nouveaux utilisateurs.

II.2. Problématique

Comme nous l'avons vu, l'enjeu de l'accompagnement d'acteurs est un enjeu important pour la mise en œuvre de la transition agroécologique. Ce mémoire propose de rendre compte de l'évolution d'une démarche d'accompagnement produite par la recherche et questionne sa potentielle adaptation pour l'enseignement agricole en France à travers la problématique suivante :

Dans quelle(s) mesure(s) et avec quelle(s) adaptation(s) MYMYX est un outil qui permet d'accompagner les enseignants de lycées agricoles à « Enseigner à produire autrement » ?

A travers cette problématique je souhaite mettre en évidence la manière dont les enseignants s'approprient un outil conçu par la recherche. Plusieurs sous-questions permettront de structurer le travail :

1. Quelles sont les difficultés rencontrées par les enseignants pour « Enseigner à produire autrement » ?
2. Comment les enseignants s'approprient-ils le dispositif MYMYX ?
3. Y a-t-il plusieurs modalités d'utilisation de cet artefact ? Si oui lesquelles et qu'apportent-elles ?

II.3. Hypothèses

Deux hypothèses ont guidé cette réflexion :

- MYMYX peut être en capacité de favoriser l'accompagnement des enseignants pour enseigner « à produire autrement » et les amener à « Enseigner à produire autrement »
- Des acteurs différents des destinataires initiaux sont en mesure de reconcevoir et s'approprier le dispositif MYMYX par rapport à leurs objectifs professionnels d'enseignement : Il s'agit ici de voir l'appropriation de MYMYX qui peut être différente d'un enseignant à un autre, entraînant une reconception de l'outil articulée avec leurs propres ressources.

II.4. Objectifs

Les objectifs du mémoire se situent à deux niveaux.

Le premier objectif est celui de la contribution aux recherches sur l'accompagnement des transitions agroécologiques concernant l'appropriation et l'usage des outils produits par la recherche (en particulier des recherches menées par des agronomes de INRAE et des chercheurs en sciences de l'éducation et de la formation, spécialisés dans la didactique professionnelle, au sein de l'UR FoAP d'Agrosup Dijon).

Ce mémoire permet de remplir un second objectif plus opérationnel qui consiste à proposer une ressource pour l'enseignement agricole, qui pourrait répondre à des exigences d'apprentissage formulées par la Direction Générale de l'Enseignement et de la Recherche (DGER) en matière d'innovation pédagogique au service de la transition agroécologique. Le but étant de rendre cette ressource accessible à tous les enseignants qui en font la demande. Par ailleurs, ce mémoire permettra d'alimenter le contenu d'un support vidéo, qui sera diffusé sur la plateforme ChloroFil.

Partie 2 – Matériels et méthodes

I. EXPERIMENTATION DE MYMYX DANS LES LYCEES AGRICOLES

Le projet d'expérimentation de MYMYX dans les lycées agricoles s'est inscrit dans des recherches plus larges sur les changements suscités par la transition agroécologique dans l'activité des conseillers agricoles et des enseignants (Coquil et al. 2018). L'expérimentation a débuté en 2017 et a associé : i) une inspectrice pédagogique de l'enseignement agricole, ii) trois chercheuses d'INRAE : Marie Chave (agronome), Caroline Auricoste (ingénierie de la formation) et Valérie Angeon (économiste) ; iii) plusieurs enseignants de différentes disciplines (agroécologie, écologie et biologie) de 4 lycées agricoles : Le Valentin à Valence (LA Valence), Charlemagne à Carcassonne (LA Carcassonne), Edouard de Chambray dans l'Eure (LA Eure) et Hervé Bichat à Metz (LA Metz) (*voir figure 2*).

Ces équipes enseignantes ont répondu à un appel de la DGER de façon volontaire. L'objectif de cette expérimentation était de : i) mieux comprendre les difficultés que les enseignants avaient pour enseigner le fonctionnement du sol, et plus largement les principes de l'agroécologie et ii) tester l'intérêt de MYMYX pour l'enseignement agricole. Une journée de présentation du dispositif a eu lieu à Paris en novembre 2017. C'est à cette occasion que les propos des enseignants concernant leurs difficultés ont pu être recueillis ainsi que la manière dont ils pouvaient envisager d'utiliser MYMYX au sein de leur classe.

J'ai proposé d'une part d'approfondir l'analyse faite dans le lycée de Valence et d'ajouter un cinquième lycée à l'étude en allant directement interroger les enseignants du lycée agricole de Matiti en Guyane (*Voir figure 2*). Cette enquête de terrain pouvait permettre de tester l'intérêt de MYMYX dans un contexte social, géographique et climatique très contrasté, en prenant en compte des problématiques autour de la transition agroécologique au sein d'un territoire d'Outre-mer.

Un tableau présenté en annexe représente la synthèse des équipes enseignantes par lycée qui se sont engagées dans cette expérience (*Annexe « Lycées participant à l'étude »*).

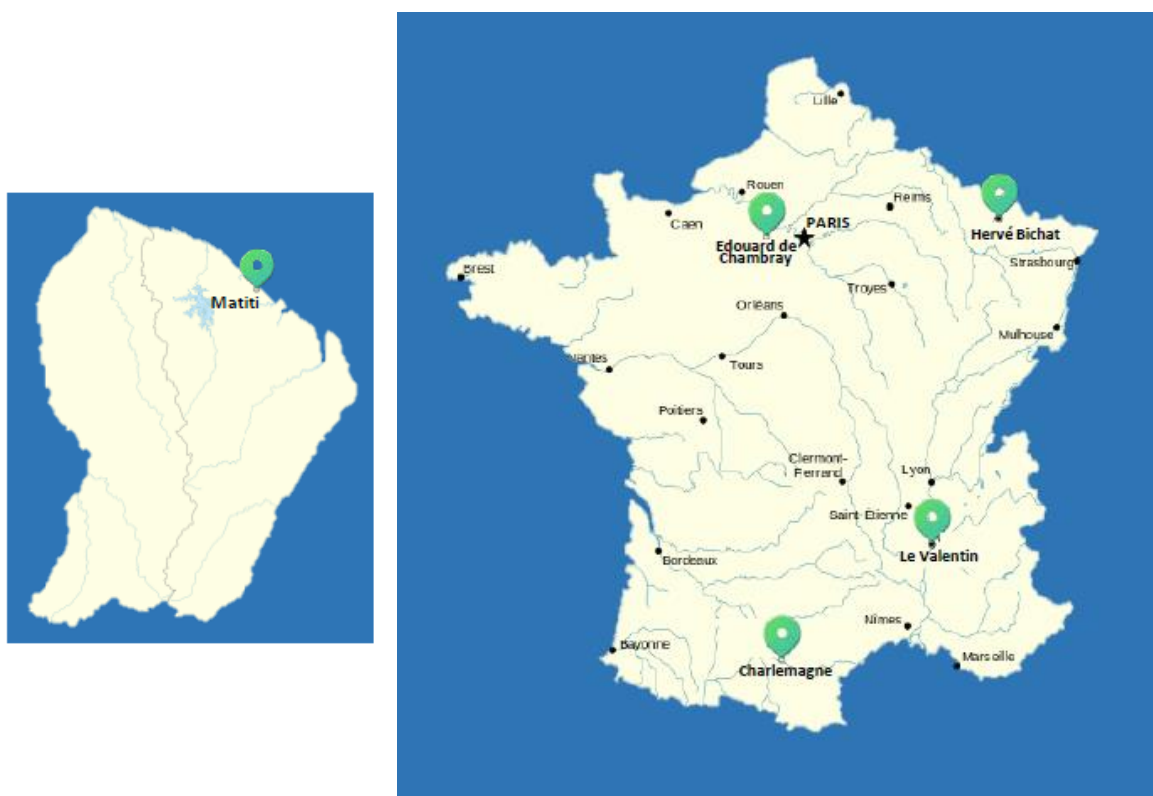


Figure 2 : Répartition géographique des lycées agricoles

II. PRODUCTION DES DONNEES

L'un des particularités de mon travail est qu'il s'inscrit dans le cadre d'une dynamique de recherche qui a eu lieu depuis plusieurs années. La contribution de ce mémoire porte à la fois sur l'analyse de données déjà produites, la production de données complémentaires et l'organisation de données qualitatives hétérogènes afin de traiter de la question de l'appropriation de MYMYX. Ces données sont qualifiées d'hétérogènes car elles sont issues d'enquêtes menées depuis plusieurs années et dont diverses personnes sont à l'origine de leur production. Le tableau 1 précise les auteurs à l'origine des données produites et fait la distinction entre le travail opéré par les trois chercheuses et ma contribution personnelle.

Tableau 1 : Travail effectué durant le stage

	Interlocuteurs dans le suivi du stage	Jehanne Seck	
Production de données	Marie Chave, Caroline Auricoste et Valérie Angeon (INRAE) <i>Corpus de données brutes (16 documents)</i>	Valence	<i>Entretiens, animation et observation en classe, prise de photos/vidéos, discussion de groupe</i>
		Matiti	<i>Prise de contact, présentation de MYMYX, entretiens par skype et en présentiels avant le confinement</i>
		Metz	<i>Discussion de groupe par Skype</i>
Connaissance du contexte des lycées agricoles	Jean Robert Moronval (DGER) et Fanny Chrétien (Science de l'éducation UR FOAP Dijon)	Rencontres et discussions	<i>Prise de note, réflexion sur la problématique du mémoire, explication de l'expérimentation</i>
Traitement et analyse des données	Suivi Marie Chave et Caroline Auricoste	Mise en forme, organisation des données	<i>Codage des documents</i>
	Suivi Marie Chave et Caroline Auricoste	Analyse du corpus de données	<i>Cartes mentales, fichiers Excel</i>
Résultats opérationnels	Suivi Fanny Chrétien, Marie Chave et Caroline Auricoste	Production de la fiche de MYMYX à partir du modèle de Fanny Chrétien et al.	
	Suivi Fanny Chrétien, Marie Chave et Caroline Auricoste	Production de la grille d'analyse de MYMYX à partir du modèle de Fanny Chrétien	
	Suivi	Ré écriture et propositions d'améliorations du manuel d'utilisation de MYMYX	
	François Johany, Marie Chave et Caroline Auricoste	Contribution à la production d'une vidéo	

Concernant ma production de données, voici quelques précisions.

Animation en classe, observations

Il a été possible d'être accueillie à Valence les 11 et 12 février 2020. Différentes animations de MYMYX ont eu lieu : une animation avec la classe de première année de brevet de technicien supérieur (BTS) agriculture et production végétale (APV) et une autre faite par des BTS 2^{ème} année auprès de différents publics sur une demi-journée à l'occasion de la journée de l'agroécologie organisée par le lycée. Ces animations et observations ont été l'occasion de s'immerger au sein du lycée agricole. Cela a donné lieu à 2 entretiens avec les enseignantes et 2 entretiens avec les élèves (un entretien de groupe et un entretien individuel).

Entretiens qualitatifs semis directifs

Les entretiens ont été réalisés sous la forme d'entretiens qualitatifs semi directifs. Les questions posées étaient assez larges et ouvertes afin que les personnes interrogées se sentent libre de répondre selon ce qui faisait sens pour elle. Les questions posées se sont faites sur la base de guides d'entretiens (*voir en annexe « Guides d'entretiens » pour la version complète*). Ces guides m'ont permis d'approfondir certaines thématiques pour lesquelles je souhaitais obtenir des informations, elles diffèrent selon les interlocuteurs :

Pour les enseignants du lycée de Matiti : l'utilisation envisagée de MYMYX // le profil des élèves dans la classe // les difficultés rencontrées par rapport au plan « Enseigner à produire autrement » et pour aborder des principes liés à l'agroécologie (selon la discipline de l'enseignant)

Pour les enseignants de Valence : un retour sur l'utilisation et l'appréciation de MYMYX // les difficultés rencontrées par rapport au plan « Enseigner à produire autrement » et pour aborder des principes liés à l'agroécologie (selon la discipline de l'enseignant) // l'interaction avec les élèves et la perception du professeur sur l'apprentissage fait par les élèves // compréhension des difficultés rencontrées vis-à-vis des élèves

Pour les élèves de BTS 1 APV de Valence : le profil de l'élève // appréciation de l'outil MYMYX et connaissances acquises // La vision de l'agroécologie

Lors des entretiens je veillais à ce que l'interviewé aborde chacun des thèmes et des sous-thématiques préparées mais dans un ordre logique par rapport à son propre discours. Une place a été laissée à la spontanéité lors de ces entretiens et certaines questions « non prévues », ont été posées car elles permettaient d'amener des idées nouvelles à la réflexion.

Quatre enseignantes ont été interrogées ainsi qu'un groupe de 6 élèves. La durée a varié entre 20 minutes et 1 heure d'entretien. Avec l'accord de chaque interlocuteur, chaque entretien a pu être enregistré et a été retranscrit manuellement de façon intégrale.

Discussions de groupe

Des discussions de groupe dans le but d'obtenir un retour de la part des enseignants sur l'expérimentation de MYMYX ont eu lieu par Skype entre les chercheuses et l'équipe enseignante du lycée. J'ai eu l'occasion de participer à deux d'entre elles pour les lycées de Valence et Metz.

Participation à la scénarisation d'une vidéo

Le projet prévoit la création et la diffusion d'une vidéo sur la plateforme ChloroFil. Elle a pour but de présenter ce qui apparait de la reconception de MYMYX par les enseignants. Le contenu

visuel et audio a pu être obtenu grâce à du matériel existant et également grâce à mon intervention dans le lycée de Valence où j'ai pu photographier et filmer des séquences de jeu.

Etant donné le nombre important de documents et leurs hétérogénéités tant dans le contenu que dans la forme, il a été important d'organiser ces données avant tout traitement. Voici la méthodologie que j'ai proposé et qui a été validé.

III. ORGANISATION DES DONNEES

Partant d'un corpus de données hétérogènes, j'ai classé puis, répertorié l'ensemble des documents à ma disposition (corpus de données et données personnelles) selon un code que j'ai défini (*l'annexe « Codage données qualitatives reprend ce codage »*). Il se lit de la façon suivante : chaque lettre correspond à un type de document (entretiens, note, ...), chaque numéro précise la catégorie auquel il se rapporte. Il peut donner des précisions temporelles et sur la personne qui a produit ces données. Concernant la catégorie « entretiens/enregistrements » il s'agit exclusivement de données personnelles.

Comme il existe parfois plusieurs documents pour une même catégorie, un autre numéro vient préciser l'ordre du classement de ce document. Cet ordre est fait de façon aléatoire et ne traduit pas l'importance du document.

Exemple : Une **note d'observation** produite par **Caroline Auricoste** sera répertoriée de la façon suivante : **B.2.1** (s'il s'agit du premier document répertorié dans cette catégorie).

IV. TRAITEMENT DES DONNEES

L'objectif de cette méthodologie est d'arriver à permettre l'analyse des difficultés rencontrées par les enseignants et l'appropriation qu'ils font de MYMYX. Ces questions donnent lieu à plusieurs niveaux d'analyse qui répondent à des objectifs différents.

L'enjeu était de trouver un moyen de rendre compte du matériel récolté dans chacun des lycées de façons à montrer la diversité d'usage du dispositif MYMYX.

L'analyse de chaque document a été faite suivant les règles d'un codage ouvert. Ainsi les thématiques auxquels j'aboutis à la fin ne sont pas nécessairement les mêmes que celles mentionnées dans les guides d'entretien.

Des verbatims significatifs ont été créés au fur et à mesure de l'analyse des documents puis rassemblés en catégories une fois l'analyse du document terminée. Du fait du codage ouvert, les verbatims et catégories, peuvent être parfois très nombreux. C'est pourquoi j'ai choisi d'utiliser la

carte heuristique⁸ (ou carte mentale) comme outil permettant de suivre le cheminement de pensée associatif pour l'analyse des entretiens qualitatifs (voir figure 3). Cette carte permet d'avoir une vue d'ensemble des données et de les répertorier plus aisément.

Une fois l'analyse faite de tous les documents, j'ai pu créer une carte mentale par lycée (annexe « Cartes mentales des lycées »). L'intérêt de telles cartes réside dans le fait qu'elles permettent d'avoir une vision synthétique des points clés développés par les enseignants de chaque lycée.

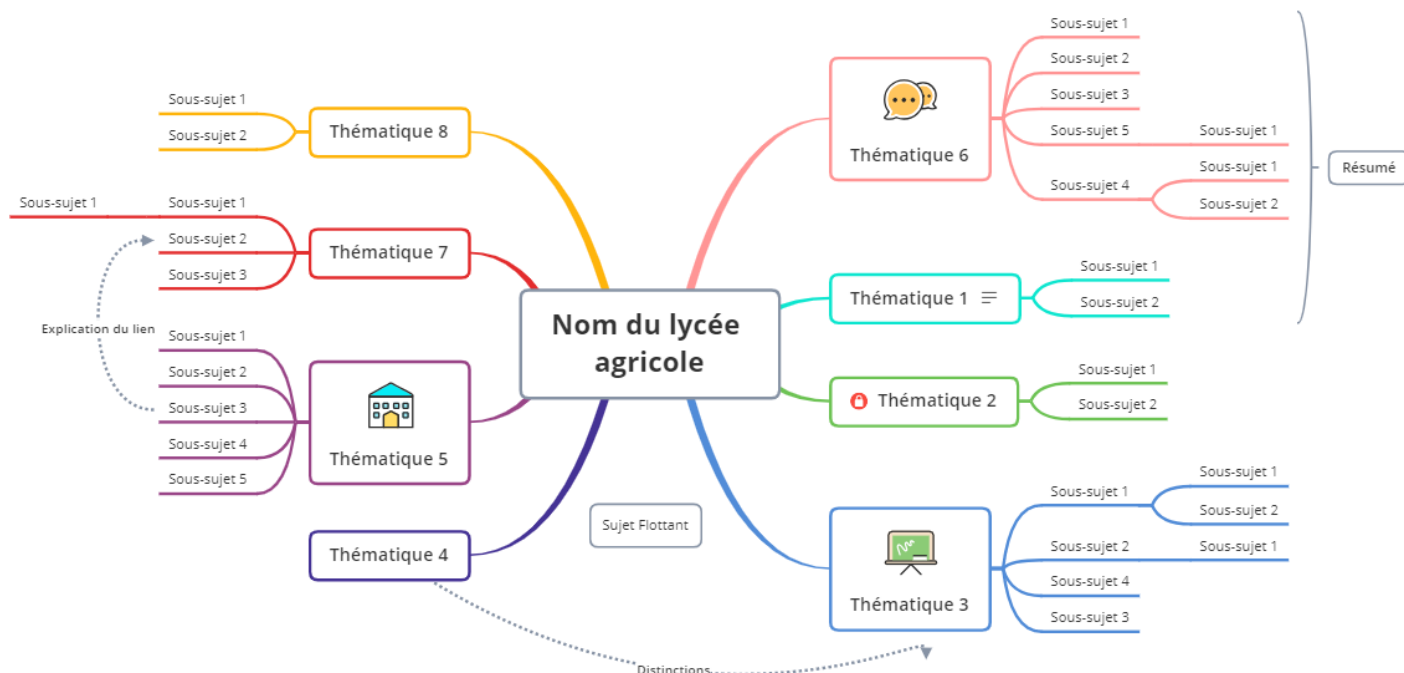


Figure 3 : Carte heuristique fictive d'un lycée
Réalisation de l'auteur

En parallèle de cela, j'ai construit un tableau Excel. Ce tableau répertorie l'ensemble des verbatims récoltés avec les citations auxquels il se rapporte. De façon exhaustive, on aboutit ainsi à un fichier Excel par lycée reprenant chacune des catégories.

Le tableau et la carte mentale sont deux figures complémentaires puisqu'elles suivent la même arborescence : chaque branche principale de la carte mentale correspond à une thématique du tableau, une sous-branche à une catégorie, etc. L'intérêt du tableau est qu'il permet de voir les verbatims, le document auquel il se rapporte ainsi que son auteur. L'importance de la codification des données, décrit plus haut prend ici tout son sens. Ainsi même une fois regroupées et mélangées il est possible de retrouver à quel document appartient chacune des citations et

⁸ Les cartes heuristiques ont été réalisées à l'aide du logiciel gratuit X Mind Zen

thématiques. Il est donc plus facile de tracer la source d'une donnée, savoir à qui elle appartient et remonter au document source duquel elle est issue.

L'analyse aboutit à la création de plusieurs documents par lycée : une carte mentale, une synthèse de l'ensemble des thématiques abordées dans chacun des lycées et un fichier Excel qui répertorie les citations de l'analyse.

Enfin, j'ai mobilisé et adapté la grille proposée par Fanny Chrétien (Chrétien 2019) pour discuter du processus d'appropriation par les enseignants.

V. PRESENTATION DE LA GRILLE DE FANNY CHRETIEN

Je me suis appuyée sur une grille d'analyse créée par Fanny Chrétien. Cette grille résume les résultats d'une expérimentation effectuée sur un panel de 11 outils testés dans des lycées agricoles. Deux critères ont été déterminant dans le choix de ces outils. Tout d'abord le fait « que l'outil ait été conçu ou au moins été utilisé une fois pour modéliser ou classifier des informations relatives à la gestion des ravageurs des cultures » et ensuite qu'il y ait « l'existence d'un support matériel sur lequel l'enseignant peut s'appuyer pour imaginer une séance pédagogique » (Chrétien 2019). La similarité du contexte d'utilisation permet l'utilisation de cette grille (*annexe « Grille Fanny Chrétien »*). Cette grille constitue non seulement le résultat des interprétations réalisées lors de cette expérimentation mais aussi un « prisme d'analyse de l'outil en usage et de l'usage de l'outil dans la séance » (Chrétien 2019).

Cette « grille multicritères » et « descriptive » est construite sur la base des travaux de Tricot et al., autour de trois dimensions de l'évaluation (1) l'utilité, (2) l'utilisabilité et (3) l'acceptabilité⁹ : (1) **L'utilité** : Cette catégorie permet d'évaluer la présence ou non d'une adéquation entre « l'objectif d'apprentissage défini par l'enseignant ou le concepteur et l'atteinte de cet objectif ». Sera donc jugé utile tout outil qui permet d'atteindre un objectif d'apprentissage pré-défini et adapté aux besoins des élèves. Cette évaluation comprend trois niveaux de questions : « comment ? », « quoi ? » et « pourquoi ? » (Tricot et al. 2003).

(2) **L'utilisabilité** : Elle représente la « maniabilité » de l'outil et la possibilité de pouvoir l'utiliser. On y juge son interface à travers la cohérence et la lisibilité de l'outil. Cette utilisabilité est fonction de la « cohérence avec l'objectif et les scénarios didactiques » mais aussi de « l'adéquation entre les objectifs du concepteur et ceux de l'utilisateur » (Tricot et al. 2013 citant Spool 1999).

⁹ Notons ici que ces trois dimensions ont été initialement décrites pour évaluer des Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humains (EIAH). La reprise de cette grille par Fanny Chrétien évalue des outils, matériels comme immatériels. Ainsi par soucis d'adéquation du vocabulaire employé, il sera nommé « outil » ce que les auteurs nomment initialement « EIAH » dans leur théorie.

(3) **L'acceptabilité** : Il s'agit de « la valeur de la représentation mentale » individuelle ou collective au sujet d'un outil. Cette acceptabilité varie selon différents facteurs et concerne « la culture et les valeurs d'utilisateurs, leurs affects, leur motivation l'organisation sociale » mais aussi l'insertion plus ou moins évidente des outils par rapport à certaines pratiques (Tricot et al. 2003). Un outil peut donc être considéré comme utile et facilement utilisable mais moralement inacceptable pas ses utilisateurs. A l'inverse un outil acceptable et facilement utilisable en classe peut s'avérer inutile car ne répondant pas à des objectifs d'enseignements. En d'autres termes, la satisfaction d'un des critères n'implique pas nécessairement la validation des deux autres critères. Toujours d'après ces chercheurs, nous pouvons également introduire la question de la façon dont est effectuée l'évaluation, « comment » et le moment où elle a lieu « quand ». En ce qui concerne la façon de procéder, il y a deux types d'évaluation possibles, « l'évaluation par inspection » réalisée par un « expert » qui applique les critères d'évaluation et « l'évaluation empirique » qui consiste à interpréter les comportements des usagers à qui l'on a prescrit une tâche. Dans ce mémoire c'est une évaluation empirique qui a été effectuée pour l'évaluation. Ensuite il est possible de distinguer trois moments d'évaluation « en cours de conception », « en fin de conception » et « a posteriori ». Etant donné que la conception de MYMYX a eu lieu à partir de 2018 l'évaluation que je propose aujourd'hui est nécessairement faite a posteriori, c'est-à-dire une fois que l'outil a été réalisé.

La méthodologie choisie me permet de proposer trois niveaux de résultats : Un premier niveau permet de faire une synthèse de toutes les données recueillies et comprendre la logique établie par chaque équipe enseignante. Un second niveau montre les modalités d'utilisation de l'artefact MYMYX pour chacun des lycées et un troisième niveau obtenu en partie avec la grille de Fanny Chrétien qui donne des éléments de compréhension et de discussion du processus d'appropriation par les enseignants.

Le matériel recueilli au sein de chaque lycée n'atteint pas le même degré de précision, il est plus complet dans le lycée agricole de Valence. Cependant on observe que des similarités apparaissent dans les autres lycées. Pour parvenir aux résultats présentés dans la prochaine partie, je me suis d'abord appuyée sur des documents produits au sein du lycée agricole de Valence. Ces résultats se sont confirmés lors de l'analyse des autres lycées qui est venue enrichir ces premières données.

Partie 3 – Résultats et discussion

I. RESULTATS

Dans un premier temps un rendu général ainsi qu'une organisation des difficultés exprimées par les enseignants sera faite. Ensuite l'analyse portera sur chacun des lycées et sera présentée en trois temps : (1) Les difficultés spécifiques de l'équipe enseignante, (2) l'objectif souhaité de l'utilisation de MYMYX et (3) une conclusion sur l'apport de l'utilisation de MYMYX. Par la suite un éclairage sera apporté concernant le processus de reconception opéré par les enseignants et un bilan général sera apporté. Enfin une application concrète de ces résultats sera rendue possible grâce à la création de quatre documents :1) la grille de Fanny Chrétien et ses modifications, 2) la fiche MYMYX issue du guide méthodologie du projet Didacphyto, qui ont permis de concevoir 3) la vidéo de présentation de MYMYX et 4) la ré-écriture du manuel d'utilisation de MYMYX.

I.1. De l'outil à l'instrument : processus d'appropriation de la part des enseignants

I.1.1. Aperçu général sur les différentes difficultés rencontrées par les enseignants

1. Quelles sont les difficultés rencontrées par les enseignants pour « Enseigner à produire autrement » ?

Les cartes mentales élaborées pour chacun des 4 lycées (*annexe « cartes mentales des lycées »*) ont permis de montrer la diversité des difficultés exprimées par les enseignants dans l'exercice de leur métier en dehors de l'utilisation de MYMYX. La figure 4 ci-dessous reprend de façon brute les verbatims utilisés pour nommer ces difficultés.

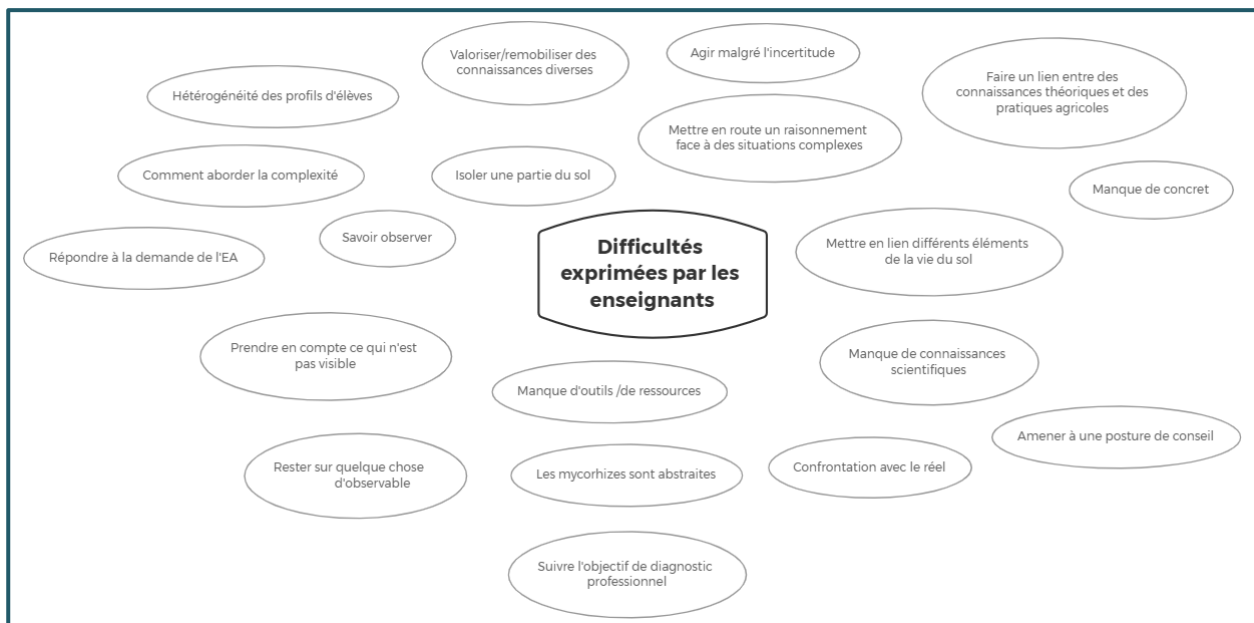


Figure 4 : Difficultés exprimées par les enseignants des quatre lycées agricoles

En réponse à la première problématique posée, on peut constater qu'effectivement les enseignants rencontrent des difficultés mais celles-ci ne sont pas sur le même niveau. Très générales ou spécifiques à l'enseignement des mycorhizes, elles sont diverses et nécessitent une ré-organisation afin de mieux les analyser et les comprendre.

Lors de cette analyse, le fait « d'aborder la complexité » surprend dans la variété qu'elle sous-entend pour chacun des enseignants. En effet, en fonction des lycées « la complexité » à aborder n'est pas la même et renvoie à des visions différentes. C'est ce que nous verrons plus en détail dans la prochaine partie.

Partant de ce constat, trois catégories de difficultés sont à distinguer (*voir tableau 2*) :

- (1) Les difficultés liées à l'enseignement de connaissance autour de la biodiversité des sols. Elles concernent donc directement les enseignants dans l'exercice de leur activités professionnelles.
- (2) Les difficultés qui concernent le métier d'enseignant et les capacités qu'il doit enseigner aux élèves pour aborder la complexité. Cette catégorie permet de faire le lien entre les objectifs fixés par l'enseignant d'une part et sa mise en application une fois en classe d'autre part. Ce premier résultat met en avant les idées que se font les enseignants sur les capacités à enseigner à un élève pour l'amener vers un raisonnement agroécologique et permet de faire un lien avec le plan « Enseigner à produire autrement ».
- (3) Des difficultés qui sont propres aux lycées agricoles et plus généralement à l'enseignement agricole tel qu'il est fait en France.

Tableau 2 : Organisation des difficultés exprimées par les enseignants

Difficultés exprimées par les enseignants dans le cadre du plan "Enseigner à produire autrement"		
Enseigner des connaissances scientifiques et techniques autour de la biodiversité des sols	Développer des capacités chez les élèves pour aborder la complexité et produire autrement	S'adapter aux particularités territoriales des lycées agricoles
Faire un lien entre des connaissances théoriques et des pratiques agricoles	Mettre en route un raisonnement face à des situations complexes	Répondre à la demande de l'EA
Mettre en relation différents éléments de la vie du sol	Savoir observer	Suivre l'objectif de diagnostic professionnel
Isoler une partie du sol	Valoriser/remobiliser des connaissances diverses	Hétérogénéité des profils d'élèves
Manque de connaissances scientifiques	Amener à une posture de conseil	Manque d'outil/de ressources
Confrontation avec le réel		
Agir malgré l'incertitude		
Manque de concret		
Rester sur quelque chose d'observable		
Les mycorhizes sont abstraites		
Prendre en compte ce qui n'est pas visible		

Cette première organisation des données nous montre déjà que les difficultés relèvent de choses très différentes et interrogent à la fois « Enseigner à produire autrement » mais aussi « enseigner autrement » (Magne et al. 2019).

1.1.2. Divergence dans les modalités d'utilisation de MYMYX et réponses aux problématiques exprimées

2. Comment les enseignants s'approprient-ils le dispositif MYMYX ?

3. Y a-t-il plusieurs modalités d'utilisation de cet artefact ? Si oui lesquelles et qu'apportent-elles ?

Pour rendre compte de l'utilisation qui est faite de MYMYX par les acteurs concernés, nous allons maintenant observer ce qu'il se passe à l'intérieur de chacun des lycées.

Les présentations qui suivent auront pour but de comprendre les difficultés exprimées dans chacun des lycées. Dans un second temps seront présentés les objectifs définis par chaque équipe enseignante dans l'utilisation de MYMYX ainsi que l'itinéraire pédagogique mis en place. Cet itinéraire reflétant la façon dont l'enseignant structure les apprentissages (*voir annexe « Itinéraires pédagogiques des lycées agricoles » pour une version complète des objectifs de chacun des lycées*). Enfin, la dernière partie présente l'utilité perçue ou non de MYMYX par l'équipe pédagogique à l'aide d'un tableau à double entrées.

Ces tableaux sont tous construits de la façon suivante : L'axe horizontale représente les difficultés exprimées par les enseignants (en reprenant les catégories précédemment décrites dans chacun des

lycées). L'axe vertical indique les retours qu'ont fait les enseignants suite à l'utilisation de MYMYX. Au croisement entre les lignes et les colonnes se trouve une couleur : elle est **verte** si MYMYX permet de répondre à la difficulté, elle est **orange** si MYMYX empêche en partie de répondre à la difficulté ou s'il l'a créé. Sont laissés blanc les espaces pour lesquels MYMYX n'a pas joué de rôle en particulier. Il arrive parfois que de nouvelles difficultés apparaissent du fait de l'utilisation de MYMYX. Quand c'est le cas elles sont notées à droite du tableau.

Valence

Les difficultés exprimées

Tableau 3 : Difficultés exprimées par les enseignants de Valence

Enseigner des connaissances scientifiques et techniques autour de la biodiversité des sols	Développer des capacités chez les élèves pour aborder la complexité et produire autrement	S'adapter aux particularités territoriales des lycées agricoles
Agir malgré l'incertitude	Valoriser / remobiliser des connaissances diverses	Manque d'outil / de ressources
Les mycorhizes sont abstraites	Mettre en route un raisonnement face à des situations complexes	Suivre l'objectif de diagnostic professionnel
Faire un lien entre des connaissances théoriques et des pratiques agricoles		
<i>Disciplines des enseignants : Agronomie et Biologie / Ecologie</i>		

Valence est le lycée pour lequel le plus de données ont pu être recueillies, j'ai pu y rencontrer l'équipe pédagogique et interroger deux des enseignantes. De plus, ce lycée a expérimenté MYMYX trois années de suite.

Enseigner des connaissances scientifiques et techniques autour de la biodiversité des sols

Lors de la rencontre à Paris, les enseignants ont considéré les mycorhizes comme « *une boîte noire* » et ne percevaient pas cette notion comme étant véritablement « *incarnée* ». Les enseignants ne précisent pas ce qu'ils entendent par « *incarnée* » mais on comprend que cette notion n'était alors pas concrète pour eux. La mention de « *boîte noire* » montre bien que cette notion est abstraite. De manière générale, les enseignants ne faisaient « *aucune séance pluridisciplinaire sur les mycorhizes* ». Des observations étaient faites sans pour autant obtenir d'indicateurs pertinents pour pouvoir agir concrètement et « *faire émerger un conseil* ». Une enseignante l'explique « *On compte les vers de terre mais derrière c'est un peu, c'est un peu dur d'avoir un indicateur pertinent*

en disant, c'est pas comme la fertilisation potassique où on a une méthode s'il y a tant de potasse dans le sol alors il faut en apporter tant dans telle culture. » .

Par ailleurs il semblerait y avoir une dualité entre « *l'immensité de ce qu'on ne connaît pas et aller quand même sur le terrain* », le doute ici exprimé montre que mettre une action concrète en place n'est pas évident. Il s'agit d'agir dans l'incertain, proposer malgré le doute ou faire, même si on n'a pas toutes les connaissances. Cette sorte de tâtonnement a été mis en avant lors d'un entretien avec une enseignante qui explique que « *De toutes façons c'est ça l'écologie tu as plein de connaissances et puis tu as quelqu'un qui dit, « est-ce que là je dois faucher ? pour les papillons ? », tu es là « aaah mais j'en sais rien ». J'en sais rien et puis personne ne sait et pourtant on a des années de travail d'écologie mais personne ne sait dire s'il faut faucher ou pas. »*. Malgré l'expérience il n'est parfois pas possible de pouvoir donner de réponse face à un problème, c'est cette ambivalence que souhaite faire transmettre les enseignants à leurs élèves et auxquels ils sont eux-mêmes confrontés avec la difficulté de croiser « *des informations du terrain avec des données physique-chimique* ».

Développer des capacités chez les élèves pour aborder la complexité et produire autrement

Au lycée de Valence, l'équipe pédagogique a exprimé ses difficultés à arriver à faire remobiliser diverses connaissances aux élèves afin qu'ils puissent les valoriser dans des situations professionnelles, « *amener à une posture de conseil* » ou bien en dehors des murs de la classe « *Du mal à faire le lien entre ces observations et l'apport de connaissances en salle : en particulier font des apports sur les mycorhizes, mais on ne les voient pas au cours de l'observation dans les parcelles.* ». Il s'agit pour les élèves d'arriver à « *remobiliser tout ce qu'on a vu* ». Cette difficulté est en lien avec la capacité à construire et « *enclencher un raisonnement complexe* » afin qu'ils puissent prendre en compte les connaissances enseignées dans différentes disciplines. L'écologie par exemple, aborde des notions d'interactions au sein des écosystème or d'après une enseignante, « *la complexité des interactions est difficile à appréhender par les étudiants* ». La difficulté pour l'enseignant étant d'arriver à montrer la complexité d'un système sans perdre les élèves tout en évitant de « *parler en termes de recette* ».

L'une des difficultés que rencontrent les enseignants est d'amener les élèves à prendre du recul sur les connaissances théoriques à partir d'observation de terrain et à l'inverse de considérer la singularité des exploitations dans des ensemble plus larges. Une enseignante s'explique d'ailleurs à ce sujet : « *Je leur dis toujours, il ne s'agit pas de changer toutes les pratiques, il s'agit de trouver pour soi ou pour l'agriculteur, la pratique qu'il peut changer, importante, si possible qui va avoir un effet sur les mycorhizes. Et ça c'est souvent la mise en pratique qu'ils ne voient pas en*

tant qu'étudiant. Ils vont mettre une liste de choses qui sont bien pour les mycorhizes mais concrètement il faut tout faire ou pas ? Ben non pas forcément. Il y en a qui sont très mauvaises donc il faut les supprimer puis il y en a une qui va être un peu meilleure tu n'es pas obligé de toutes les faire quoi ».

Dans le cadre du plan « Enseigner à produire autrement », l'enseignant doit amener ses élèves à regarder un problème, de façon globale et non plus de manière isolée. Le raisonnement n'est donc « plus aussi carré » et se différencie de la procédure ou de la prescription « *Un des reproches c'est souvent de parler en termes de recette. Et une recette justement c'est quelque chose qui n'est pas intégré dans un système complexe. C'est le fameux « y a qu'à mettre des engrais verts, y a qu'à mettre ... ».*

S'adapter aux particularités territoriales des lycées agricoles

Afin de correspondre au référentiel en vigueur, l'équipe enseignante doit poursuivre plusieurs objectifs dont celui de « *diagnostic professionnel/de conseil* » qui est inscrit dans le référentiel du BTS APV. La difficulté réside dans la manière d'atteindre cet objectif et parvenir à mettre des élèves en situation afin qu'ils puissent s'interroger : « *Après dans le programme il y a pour la protection des cultures, ils disent bien de partir d'une approche écologique et de la biodiversité pour pouvoir faire un diagnostic et après essayer d'adapter les pratiques de protection des cultures, valoriser les régulations [...] Donc c'est vrai que ça nous interroge beaucoup ça puisque, ... les semences, la production de semence, les multiplicateurs de semence ont une marge de progression très très ... donc on ... Ouais... on enseigne l'agroécologie sans le dire. Mais parce que si tu veux c'est dans l'air du temps quoi. Mais parce que dans les programmes c'est indiqué les mycorhizes sans que ce soit fléché agroécologie. »*

Lors des entretiens j'ai pu discuter avec les enseignantes sur les ressources qui étaient à leur disposition pour aborder la diversité du sol ou bien des principes agroécologiques. Certains outils ont été cités comme « *le petit fascicule du ministère de l'agriculture qui présente ce que c'est l'agroécologie* », utilisé par une des enseignantes, « *le verger de demain* », qui est un jeu sur la conception d'un verger utilisé avec une classe de seconde, ou bien encore le terrain, « *Après donc outils pour aborder la complexité ... [Réfléchit]. Ben le terrain quand même, on les met dehors. [...] Donc ça, ça joue aussi, on les met face à une problématique, sur l'exploitation agricole et cætera. »*, « *L'observation se fait sur les parcelles du lycée, qui est en reconversion bio : on y regarde la vie du sol, la fertilisation, et le pilotage* ». Cependant malgré ces outils l'insuffisance de ressource pour aborder certaines notions comme la biodiversité semblent manquer « *Difficile de passer de l'observation à un outil de diagnostic, je manque d'outil, de*

référence » ; « « On était en pleine réflexion sur justement cette notion de propriété biologique des sols et de ... de manquer un peu d'indicateur pertinent et derrière d'avoir l'application agronomique de ces indicateurs-là. ».

Objectifs et scénario pédagogique

Suite à la présentation du dispositif MYMYX l'équipe enseignante a trouvé le support intéressant pour croiser plusieurs disciplines comme l'agronomie, l'écologie et la biologie et faire le lien avec le référentiel. Une des questions que les enseignants avaient avant l'utilisation de MYMYX était de savoir si MYMYX pouvait participer ou non à la construction d'un raisonnement agronomique chez les élèves. C'est-à-dire enclencher un raisonnement complexe qui puissent les amener à se poser des questions et faire des liens entre les observations et les connaissances.

Valence est le lycée pour lequel l'expérimentation de MYMYX a été faite, sur trois années. Cette année, en février 2020, une expérimentation a été faite auprès d'une classe de BTS APV en première année (*voir figure 5*). Un autre format inédit a aussi été expérimenté. A l'occasion de la journée de l'agroécologie organisée par le lycée, plusieurs élèves volontaires de BTS APV en deuxième année ont animé des séances de MYMYX auprès d'autres élèves du lycée. La préparation de l'animation s'est faite en totale autonomie. Seule la partie du jeu de plateau a été expérimenté.

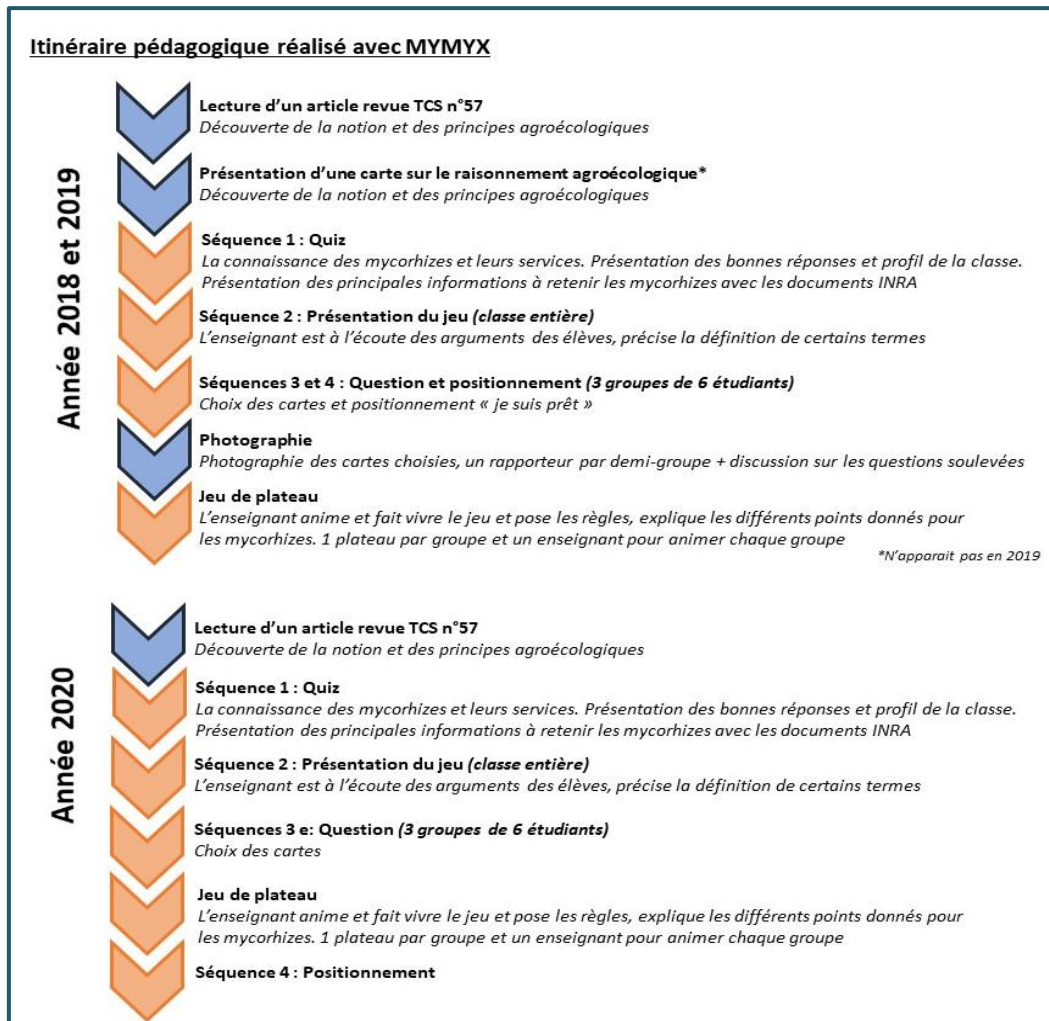


Figure 5 : Itinéraire pédagogique suivi à Valence

Retours de l'utilisation de MYMYX

Tableau 4 : Réponse de MYMYX aux difficultés exprimées (LA Valence)

Retours de l'utilisation de MYMYX		Les difficultés exprimées avant l'utilisation de MYMYX						Difficultés par rapport à MYMYX		
		Enseigner des connaissances scientifiques et techniques autour de la biodiversité des sols			Développer des capacités chez les élèves pour aborder la complexité et produire autrement		S'adapter aux particularités territoriales des lycées agricoles		Hétérogénéité des profils d'élèves	Déconnexion de l'enseignement / de l'enseignant
		Agir malgré l'incertitude	Faire un lien entre des connaissances théoriques et des pratiques agricoles	Les mycorhizes sont abstraites	Valoriser / remobiliser des connaissances diverses	Mettre en route un raisonnement face à des situations complexes	Manque d'outil/ de ressources	Suivre l'objectif de diagnostic professionnel		
Obligations et contraintes liées au métier d'enseignant	Lien avec les pratiques agricoles									
	Lien avec le programme									
	Adéquation avec un public BTS									
	Aspect pédagogique									
MYMYX	Compréhension des concepts liés									
	Ancrage des connaissances liées aux mycorhizes									
	Désacralisation de la notion des mycorhizes									
Autre	Amène une réflexion pour les élèves	Envisager d'autres possibles								
		Confronter ses opinions								
	Implication des élèves / Echange									
	Lien avec la transition agroécologique									
	Simplicité du jeu									
	Tendance à vouloir jouer pour gagner									
Du point de vue de l'enseignant	Manque de clarté des règles									
	Changement de vision de la plante									
	Remise en question de l'enseignement									

L'un des retours les plus représentatifs fait par l'équipe pédagogique de Valence est que désormais les mycorhizes ne sont plus considérées comme une notion abstraite, il y a une sorte de désacralisation de cette notion. De plus, cette utilisation de MYMYX a engendré une remise en question pour les deux enseignantes que j'ai pu interroger. De façon significative une enseignante nous indique que sa façon de voir les plantes a complètement changé, « *Maintenant je ne représente plus en cours de biologie végétale, une plante sans mycorhizes* ». On peut parler de réel bouleversement puisqu'en classe « *même le dessin d'une plante n'est pas le même* », elle explique que quel que soit le cours enseigné, une plante est désormais systématiquement représentée avec des mycorhizes.

Cette remise en question apportée par MYMYX est partagée « *Le début m'a ... ça nous a bien secoué. Fin ça nous a bien remis les idées en place en fait sur le fait aussi qu'on ne savait pas grand-chose. Je me suis renseignée depuis mais entre-temps j'ai dit : « Whaoouh effectivement il y avait besoin de faire une p'tite remise à niveau sur les mycorhizes » donc ça a fait du bien* ». On peut constater un réel changement de posture lors de l'utilisation sur lequel l'équipe pédagogique témoigne « *Evolution du rôle de l'enseignant au cours des séances. Si le quiz correspond à une base assez « classique » du rôle de l'enseignant, les autres peuvent être plus déstabilisantes pour celui-ci car implique de sortir justement de ce rôle classique et d'aller plus vers de l'animation et sur un terrain sur lequel toutes les connaissances ne sont pas acquises.* » En ce qui concerne les élèves, MYMYX a réellement permis d'amener une réflexion d'un point de vue personnelle et aussi de la discussion et de l'échange « *Ils se sont rendus compte qu'en fait ils ont pas du tout les mêmes, ... La même hiérarchisation* ». Le positionnement a été apprécié et jugé « *libérateur* ». MYMYX a permis en outre de créer des espaces d'échanges qui n'avaient pas lieu auparavant « *Et en plus c'est un temps où tu te dis « Qu'est-ce que je ferais ? », « Qu'est-ce que je ferais pas ? » « Ah ben c'est évident que ça il ne faut pas le faire ! ». Ah c'est évident ? sauf que, que tu le maintiens quoi, tu dis que tu ne peux pas enlever le labour profond quoi. Et ces discussions on ne pouvaient pas les avoir sur le terrain* ».

Il permet aussi d'envisager l'action de manière différente « *Moi, il me semblait qu'avant, fin c'était dans ma formation d'ingénieur, l'action ça ne pouvait être que sur le terrain avec des « vrais » agriculteurs. [...] Eh ben voilà c'est ça aussi, l'action concrète peut être dans une situation complètement virtuelle. On peut agir finalement, avoir l'impression d'être dans l'action. Alors qu'en fait, tu es dans un truc, un plateau, tu ne fais rien en fait. Mais eux, le corps il enregistre une action, donc il mémorise donc ça enclenche un petit réflexe quoi.* » Cette citation est intéressante parce qu'on voit que l'enseignante n'envisageait l'action qu'auprès d'agriculteurs sur le terrain, selon elle cela s'explique par sa « formation d'ingénieur ». Or en ayant recours à des situations virtuelles comme avec MYMYX l'enseignante explique que les élèves sont déjà dans l'action.

Un point d'attention doit être porté sur l'aspect de confrontation au réel et le lien avec la transition agroécologique. En effet même si MYMYX permet de rendre les choses plus concrètes (1), certains points ne semblent pas acquis ou encore maîtrisés chez les élèves (2).

(1) « *Ça [en parlant de l'agroécologie] devient énorme. Mais, c'est quand même à un moment donné une action complète quoi, j'ai mon action je la pense dans quelque chose de plus global.*

Et les mycorhizes finalement c'est ça, c'est le résultat, t'es obligé de penser autour. Finalement c'est une bonne entrée les mycorhizes. Je trouve que c'est une bonne entrée »

(2) « Ouais et puis dans le choix des systèmes de cultures ben c'est forcément ... Un agriculteur il ne va pas mettre une Alliées sous prétexte que c'est quelque chose qui mycorhize bien. S'il n'en cultive pas, il n'en cultive pas. S'il cultive du colza, il cultive du colza même si ça ne mycorhize pas. Bon là en l'occurrence pour le jeu ça marche plus, il faut quand même mettre autre chose que du colza mais du coup on va mettre du colza associé par exemple. Ben l'agriculteur il a son contrat avec une coopérative donc du coup c'est un petit peu la limite qu'on avait trouvé en application cas concret quoi ».

Par ailleurs, il est du rôle de l'enseignant de faire attention à répartir la parole afin que tous les élèves puissent apprendre et échanger sur leur point de vue. Un des points importants est celui qui concerne l'hétérogénéité des profils d'élèves.

Il y a un intérêt certain à ce que des publics issus du milieu agricole soient mélangés à d'autres élèves plus urbains, non issus du milieu agricole. Le regard extérieur apporté par ces derniers pourra parfois venir contrebalancer une position peut être trop subjective dépendant d'affects ou valeurs familiales héritées. Cela permet dans une certaine mesure de pousser la réflexion. Cependant les enseignants pointent du doigt une limite, « *après on ne peut pas les faire réfléchir sur leurs pratiques à eux, comme beaucoup d'eux sont des urbains ils n'ont pas de pratiques concrètes.* » Il peut être en effet plus difficile de se représenter une pratique agricole pour un élève qui ne l'aurait jamais expérimenté. Puisque le jeu a été conçu initialement pour aider les agriculteurs à discuter de leur pratique, on peut comprendre qu'un élève aura du mal à faire cette projection s'il n'a jamais expérimenté par lui-même.

Cette différence entre un public urbain et agricole est intéressante. D'un côté les élèves issus du milieu agricole vont certainement pouvoir avoir des facilités pour se représenter ce qu'est une pratique agricole. De l'autre les élèves urbains vont pouvoir, malgré leur distance à ces pratiques, amener un regard critique puisqu'ils portent un regard extérieur et n'ont à priori pas d'affects liés à ces pratiques.

Finalement, MYMYX a permis de remettre en question l'activité et les connaissances de l'enseignant. Il a aussi permis de créer des espaces de discussion, un nouveau contenu et peut être de nouvelles façons de faire « *On a un autre jeu-là qui nous a été présenté sur « le verger de demain », qu'on a mis en œuvre avec des secondes et parce que maintenant je suis convaincue de l'intérêt de ces jeux [...] Je me dis ce jeu c'est très puissant, très très puissant ».* L'enseignant contribue à ce que chacun se construise sa propre opinion et vision des choses, en accord avec la logique agroécologie. On peut donc supposer que si l'enseignant change sa

représentation comme c'est le cas pour une enseignante sur la représentation nouvelle qu'elle se fait de la plante, cela aura une répercussion sur l'élève et donc un impact potentiel sur son apprentissage des principes agroécologiques.

Carcassonne

Dans ce lycée les enseignants n'ont pas fait de retour écrit, seul une discussion par Skype a eu lieu, il s'agit du lycée pour lequel le moins de données a pu être récoltée. Il est donc difficile de pouvoir avoir une analyse approfondie.

Les difficultés exprimées

Tableau 5 : Difficultés exprimées par les enseignants de Carcassonne

Enseigner des connaissances scientifiques et techniques autour de la biodiversité des sols	Développer des capacités chez les élèves pour aborder la complexité et produire autrement	S'adapter aux particularités territoriales des lycées agricoles
Isoler une partie du sol	Savoir observer	Manque de ressource
	Mettre en route un raisonnement face à des situations complexes	Suivre l'objectif de diagnostic professionnel
		Hétérogénéité des profils d'élèves
<i>Disciplines des enseignants : Agronomie, Biologie, Viti-œnologie</i>		

A Carcassonne l'enseignement de connaissances relatives à la biodiversité des sols concerne l'isolement d'une partie du sol. Ainsi un membre de l'équipe pédagogique explique qu'« *Au niveau pédagogique, j'ai du mal à isoler une partie du sol, et pas un autre* ». On voit grâce à cette citation qu'il peut être difficile d'avoir un enseignement cloisonné dans le sens où l'on étudie qu'un seul élément de façon individuelle ou isolée sans le rattacher à un contexte ou d'autres notions. Cette difficulté peut être mise en lien avec les capacités à enseigner aux élèves concernant l'observation et la construction d'un raisonnement. Pour les enseignants il est important de « *savoir comment observer : la vie du sol* » et comprendre « *pourquoi on en est là* ». L'observation, le diagnostic et la compréhension de phénomènes observables les amènent aussi à se questionner sur la possibilité de construire un raisonnement avec les connaissances acquises « *Après, comment avec toutes les connaissances, ils [les élèves] vont construire un raisonnement ?* ».

Les préoccupations et les objectifs ne sont pas les mêmes en fonction du niveau de la classe, ainsi « *En Bac c'est l'économie qui compte* », il y a le « *diplôme à passer* ». A l'inverse pour le niveau BTS il y a des « *compétences professionnelles à acquérir* », l'enseignant « *demande à réfléchir* ». Cette dernière citation ne doit pas être lu au premier degré, ce qui sous-entendrait que seul les élèves de BTS sont amenés à réfléchir, mais plutôt comme un effort de réflexion supplémentaire que l'on attend de ces élèves que l'on considère comme étant plus mature de par leur âge ou leurs expériences professionnelles vécues, comme les stages.

Une autre difficulté concerne l'hétérogénéité des profils d'élèves. Il n'est pas rare qu'un enseignant se retrouve face à des profils d'élèves issus du milieu agricole et d'autre plus citadins et plus éloignés du monde agricole. Une distance se crée alors entre « *les élèves qui ont déjà une représentation et ceux qui ne connaissent pas [les pratiques agricoles]* », entre « *les élèves qui arrivent sans rien et ceux qui ont déjà une représentation* ». Ceci peut poser problème car, l'enseignant va devoir faire en sorte d'embarquer tous les élèves dans son enseignement en ayant un rythme qui permette aux plus novices de comprendre les bases et rudiments de l'agriculture tout en apportant suffisamment de connaissances pour ne pas laisser les plus aguerris de côté. Par ailleurs, certains élèves peuvent se retrouver en conflit de valeurs entre celles qui sont enseignées à l'école et celles qu'ils reçoivent au sein de leur famille.

Objectifs et scénario pédagogique

Les enseignants souhaitaient à travers le dispositif MYMYX, mettre en place une « *pédagogie inversée* » et « *confronter les élèves à la co-construction* ». Ainsi contrairement aux trois autres lycées, l'utilisation de MYMYX en ce qui concerne le contenu des séquences n'a pas beaucoup changé. En revanche la volonté d'implication des élèves dans le processus d'appropriation est la plus significative. Comme on peut le voir figure 6 l'itinéraire pédagogique a été construit autour de la formation des élèves, qui font une animation en duo et jouent le rôle « d'expert ». Deux cas sont possibles, soit les duos sont mixtes BTS et élèves de baccalauréat Sciences et Technologies de l'Agronomie et du Vivant (STAV) (cas 1), soit ils sont exclusivement composés d'élèves de BTS APV (cas 1).

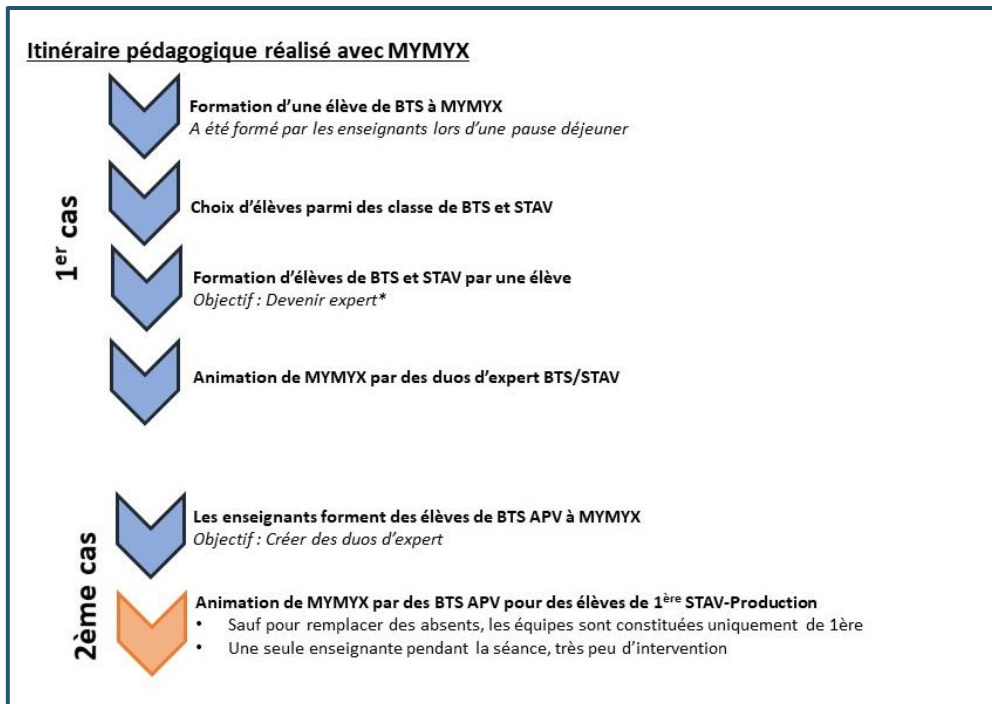


Figure 6 : Itinéraire pédagogique suivi à Carcassonne

*Un expert représente la capacité d'un élève à pouvoir faire une animation de MYMYX auprès d'autres élèves d'une classe d'un niveau inférieur et pouvoir répondre aux questions.

Retours de l'utilisation de MYMYX

Tableau 6 : Réponse de MYMYX aux difficultés exprimées (LA Carcassonne)

		Les difficultés exprimées avant l'utilisation de MYMYX						Difficultés par rapport à MYMYX	
		Enseigner des connaissances scientifiques et techniques autour de la biodiversité des sols		Développer des capacités chez les élèves pour aborder la complexité et produire autrement		Particularité des lycées agricoles		Intérêt à changer	Organisation de la séance
		Isoler une partie du sol	Savoir observer	Mettre en route un raisonnement face à des situations complexes	Manque de ressource	Suivre l'objectif de diagnostic professionnel	Hétérogénéité des profils d'élèves		
	Retour de l'utilisation de MYMYX								
MYMYX	Règles du jeu								
Obligations et contraintes liées au métier d'enseignant	Agir malgré l'incertain								
	Lien avec les référentiels								
Appropriation de MYMYX	Pédagogie inversée								
	Elève dans le rôle d'expert								
	Confronter les élèves à la co-construction de connaissances								

Dans le premier cas, l'équipe pédagogique a pu observer « *Beaucoup de participation mais peu de cohésion entre les membres des groupes, le mélange ne "prend" pas* ». Dans le second cas « *la cohésion des groupes est très bonne, les 1ères STAV-Production « font bloc » devant les BTS et essaient de "faire les grands, en s'entraïdant mutuellement* ». On peut voir que l'animation du jeu par des BTS a favorisé un esprit de compétition sain et bienveillant dans le sens où les plus jeunes font de leur mieux pour montrer aux « experts » qu'ils ont eux aussi des connaissances. Inversement les élèves de BTS ont aussi une responsabilité plus importante « *Les BTS sont fiers d'animer les groupes et, pour la très grande majorité, démontre beaucoup de sérieux dans les missions confiées. Ils ont très bien intégré les règles du jeu et sont bons pédagogues. Ils ont d'ailleurs une écoute très forte des 1ères STAV. Toutefois, ils sont fiers et motivés d'utiliser leurs nouvelles connaissances pour participer au jeu et tenter de gagner.* »

L'investissement pour une telle animation est assez conséquent puisqu'une « *séance de 2 heures est nécessaire pour former les étudiants, former les duos d'experts et pour qu'ils aient le temps de comprendre, de s'approprier et de tester les différents moments de la séance (brainstorming, bonnes/mauvaises techniques, jeu)* ». Cette façon de faire a permis aux élèves d'avoir un rôle et de se « *mettre en situation d'être en capacité d'accompagner* », les enseignants souhaitaient « *les mettre en autonomie sur une recherche biblio* », ce sont les élèves qui ont « *construit ensemble la connaissance, recherche des bons sites...* ». Les enseignants l'admettent « *on part tous enseignants et élèves, du même niveau* ». L'enseignante précise dans ses retours qu'elle intervient très peu pendant la séance. Les objectifs de « *co-construction* » et de « *pédagogie inversée* » énoncés plus haut sont atteints.

De façon plus générale, l'utilisation de MYMYX a permis de répondre à certaines difficultés. L'une des plus grandes plus-values de l'outil est de permettre d'agir malgré l'incertain, ce que les enseignants expriment ainsi « *ce qu'on va mettre en évidence, c'est comment on se débrouille de cette difficulté de ne pas savoir tout* ». MYMYX ne permet pas d'agir sur les objectifs requis dans chacune des classes mais les enseignants expliquent que l'utilisation de MYMYX permet un « *décloisonnement des modules autour du fonctionnement du sol et des productions végétales* ».

On peut également remarquer l'apparition de deux nouvelles difficultés qui n'étaient pas présentes avant l'utilisation de MYMYX. La première concerne les élèves et la vision à court terme que certains peuvent avoir « *Les questions qui se posent : les résultats économiques sont bons, pourquoi changer, puisque je valorise ?* ».

L'autre est de l'ordre de l'organisation de la séance « *La formation fournie par votre équipe est suffisante pour aider l'équipe enseignante à utiliser le jeu mais il faut que les enseignants prévoient un bon deux heures pour prendre en main le jeu, les activités annexes et organiser la mise en œuvre.* » Ainsi, si la formation est suffisante on voit bien que l'appropriation n'est pas immédiate autant pour les enseignants qui doivent réfléchir à la formation à donner aux élèves, que pour les élèves eux-mêmes qui doivent préparer une animation en adoptant un rôle « *d'expert* ».

Cependant la difficulté énoncée autour de l'hétérogénéité du profil d'élève ne semble pas avoir été levée, du moins les éléments à disposition ne permettent pas de le dire. La critique faite sur les règles du jeu l'explique sans doute en partie « *Quelques trucs à revoir au niveau du plateau, des règles du jeu pour qu'il soit plus entraînant et motivant pour les élèves comme pour les BTS* ».

En conclusion les enseignants pensent que « *MYMYX est un bon outil de travail s'il est utilisé avec 2 classes dont une joue le rôle d'experts.* ». Certaines difficultés ne sont pas résolues « *savoir observer* », « *isoler une partie du sol* ».

Les difficultés exprimées

Tableau 7 : Difficultés exprimées au lycée agricole de l'Eure

Enseigner des connaissances scientifiques et techniques autour de la biodiversité des sols	Développer des capacités chez les élèves pour aborder la complexité et produire autrement	S'adapter aux particularités territoriales des lycées agricoles
Faire un lien entre des connaissances théoriques et des pratiques agricoles	Amener à une posture de conseil	Manque de ressource
Manque de connaissance scientifique		
<i>Disciplines des enseignants : Agronomie et Biologie/Écologie</i>		

L'une des préoccupations vis-à-vis des élèves pour les enseignants est de « *valider une recherche/réflexion sur les moyens permettant à nos étudiants d'accéder à la compréhension de mécanismes complexes ainsi qu'au moyen de faire du lien entre les différentes disciplines* ». Le lien entre théorie et pratique n'est pas simple à faire passer « *Lien entre pourquoi je suis allé voir les vers de terre et ce que j'attends de la bonne activité du sol* ». Ce lien peut progressivement amener les élèves à une posture de conseil et parfois à une « *situation conflictuelle qu'on va faire émerger : il faut amener les étudiants à travailler cela* ».

Ceci permet non seulement d'ancrer solidement les acquis des élèves mais aussi de les amener à évoluer vers une posture professionnelle, de conseil mais surtout d'accompagnement. Au regard de la TAE, les métiers pour lesquels se préparent les élèves sont en pleine transformation. Cette posture implique d'entrevoir des leviers, de concevoir et imaginer des solutions face à une situation. Cela suppose donc de développer une pensée critique et un raisonnement complexe.

Face au manque de connaissance scientifique, les enseignants favorisent la réflexion plutôt que l'obtention d'un résultat « *les étudiants sont aussi mis devant le fait que les enseignants n'ont eux-mêmes pas les réponses à la problématique posée et que c'est souvent davantage la démarche de travail, la réflexion et l'avancement de cette réflexion, que le résultat final qui compte* ». Conscients de cette difficulté, les enseignants souhaitent « *faire réfléchir les étudiants, permettre qu'ils reformulent* », mais ce qui leur manque c'est la connaissance scientifique et des outils de référence : « *Passer de l'observation à un outil de diagnostic : reste difficile, manque d'outil de référence* » ; « *Peu de données bibliographiques ou issues d'expérimentation sur le rôle*

fonctionnel des mycorhizes » ; « Nous même on ne sait pas où trouver la connaissance », « ce qui manque c'est la connaissance scientifique ». Bien entendu, les enseignants détiennent des savoirs mais la difficulté est de les transmettre et d'amener les élèves à construire une connaissance, qui permet de s'approprier un savoir dans des fins plus opérationnelles.

Objectifs et scénario pédagogique

L'expérimentation de MYMYX a eu lieu sur une période de deux ans avec les mêmes élèves de BTS APV en 1^{ère} et en 2^{ème} année. La première phase est une phase de sensibilisation. Pendant cette phase MYMYX n'est pas utilisé mais le choix des ressources correspond aux connaissances à obtenir pour utiliser MYMYX, comme par exemple la lecture de l'article de la revue TCS n°57 « *Relations racines sol. Un monde de communication et d'équilibre* ». La deuxième année a été consacrée à l'animation de MYMYX en séance de pluridisciplinarité sur un total de 4 heures (*voir figure 7*).

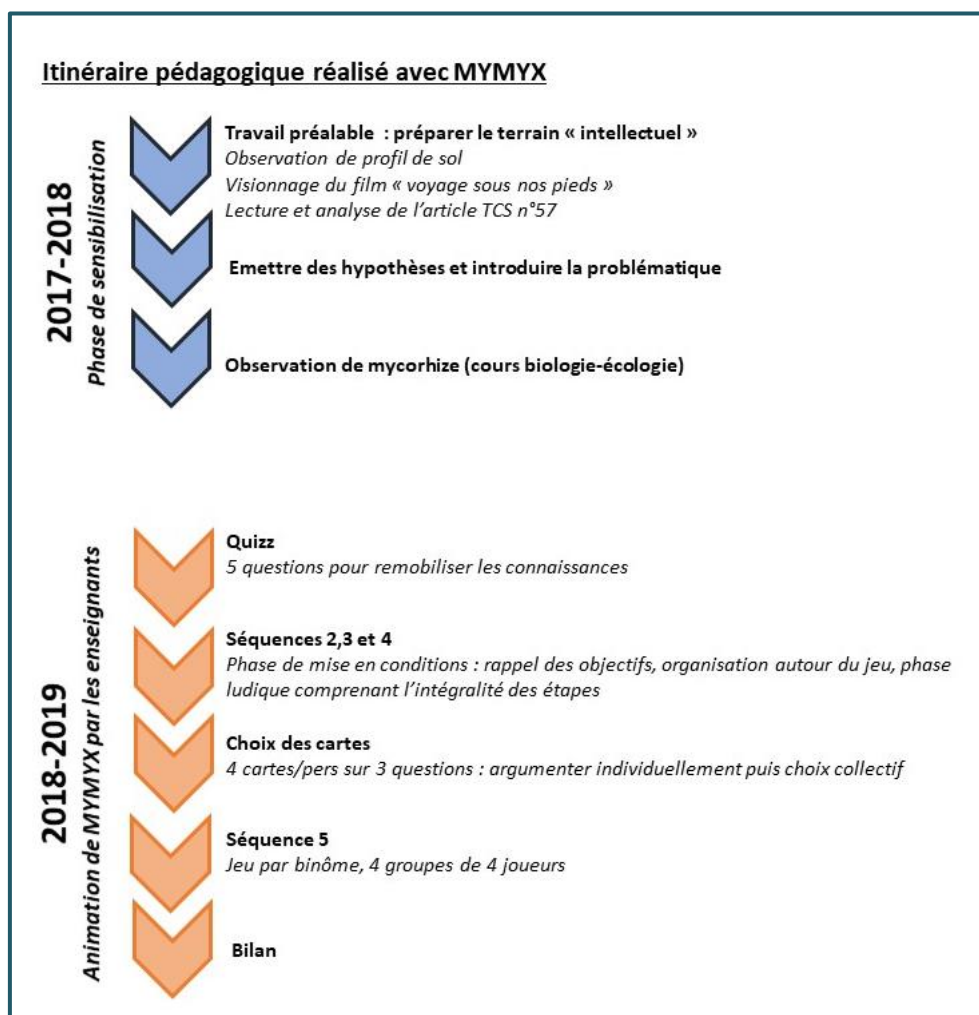


Figure 7 : Itinéraire pédagogique suivi à l'Eure

Retours de l'utilisation de MYMYX

Tableau 8 : Réponses de MYMYX aux difficultés exprimées (LA de l'Eure)

		Les difficultés exprimées avant l'utilisation de MYMYX			
		Enseigner des connaissances scientifiques et techniques autour de la biodiversité des sols		Développer des capacités chez les élèves pour aborder la complexité et produire autrement	S'adapter aux particularités territoriales des lycées agricoles
		Faire un lien entre des connaissances théoriques et des pratiques agricoles	Manque de connaissance scientifique	Amener à une posture de conseil	Manque de ressource
Retours de l'utilisation de MYMYX					
Obligations et contraintes liées au métier d'enseignant	Lien aux référentiels				
Compétences développées par les élèves	Intégration des connaissances				
	Mémorisation des connaissances				
	Développement de l'esprit critique / Echange / discussion				
	Lien avec ses propres expériences				
MYMYX	Simplicité du jeu				
	Pertinence des mycorhizes				
	Pertinence de toutes les séquences				
	Aspet ludique				

Au regard des difficultés exprimées par les enseignants du lycée il semble logique que la phase d'approfondissement des savoirs et des connaissances soit mise en avant. La phase de sensibilisation est « importante », car « elle donne du sens au travail sur la mycorhization et ses fonctions au sein des système de culture ».

De plus, malgré un temps de quelques mois entre la phase de sensibilisation et l'animation de MYMYX, « Les étudiants ont répondu rapidement au quiz, en préambule au jeu, avec de bons souvenirs des notions vues l'année dernière sur les lères séances de cette séquence de pluri agro-bio. Les échanges ont été fructueux, les étudiants s'autocorrigent, complètent les réponses ... ». Cette observation nous laisse à penser que MYMYX a été pleinement intégré dans l'itinéraire pédagogique des enseignants et permet de consolider les connaissances. C'est donc l'adéquation entre la phase 1 et 2 qui a permis l'ancrage des connaissances, l'une étant complémentaire de l'autre.

Par ailleurs les enseignants se sont aperçus que, « si le jeu sert à mobiliser des connaissances acquises lors de séances précédentes, nous nous sommes rendus compte qu'il permet surtout aux élèves de débattre de situations en mobilisant leur propre vécu et leurs connaissances ultérieures, et de la nécessité de discuter pour trouver des compromis. Les enseignants n'avaient sans doute pas mesuré cette dimension importante que permet l'approche par le jeu ». Pour eux « la confrontation des connaissances est un réel atout et permet de mieux assoir les connaissances ». La séance de jeu est importante dans ce sens et présente un intérêt car elle permet une implication de tous et une discussion entre les élèves sur les connaissances et méconnaissances. « La motivation des apprenants semble donc accrue face à cette situation d'apprentissage par le jeu, d'une part par l'implication de tous dans la séance, d'autre part par la nouveauté de la situation d'apprentissage. Il semble aussi que l'aspect « jeu » de la situation soit plus motivante ; ils n'ont pas l'impression d'être dans une situation d'apprentissage qui les « contraint » d'écouter, de réfléchir ou de produire... Ils réagissent spontanément. ».

Les enseignants ont ainsi constaté que « les étudiants ont pu mobiliser leurs connaissances de cours des séances de l'année dernière, et ont proposé différentes idées d'amélioration du jeu. ». Les remarques faites montrent que MYMYX de par son aspect pédagogique permet d'enrôler les élèves « Il ressort que tous les étudiants apprécient de passer par le jeu pour les situations pédagogiques présentées car les séances leur paraissent plus vivantes et faciles à comprendre qu'un cours « normal ». La dimension ludique du jeu facilite la mémorisation ».

Les réflexions amener par cette expérimentation dépassent l'outil MYMYX « Nous pensons également, à l'issue de cette expérimentation, que laisser les étudiants construire un jeu et les

faire réfléchir sur les règles, serait certainement une démarche encore plus intéressante que d'appliquer les règles d'un jeu déjà construit ». En effet, « les étudiants ont effectivement proposé de nombreuses idées pour améliorer les jeux testés et ce pourrait être un projet de pluri très motivant d'avoir à construire leur propre jeu » et d'ailleurs « Une partie de l'équipe pédagogique est prête à continuer d'utiliser les jeux testés mais également à développer d'autres types de jeux tels que les escape games ».

Même si le jeu est en partie critiqué pour sa simplicité « *Ils ont trouvé le temps de jeu trop court et trop simpliste* », toutes les séquences proposées sont pertinentes aux yeux des enseignants « *La partie quiz du jeu oblige à justifier de ses choix face à ses pairs, l'apprentissage est mutualisé. La partie plus centrée sur le système de culture mobilise des scénarios de mise en place de réseaux de mycorhizes et met donc les connaissances à l'épreuve du terrain* ».

Les enseignants affirment que MYMYX permet la « *mobilisation autour d'un projet commun ; ce que l'on retrouve dans tous projets de groupe où chacun a à s'impliquer pour faire avancer le projet* ». En ce sens MYMYX est considéré par les enseignants du lycée de l'Eure comme faisant partie « *des outils de la pédagogie active.* ». Finalement, « *ce n'est pas le jeu en tant que tel qui présente un intérêt, mais la mobilisation autour d'un projet commun* ».

Metz

Les difficultés exprimées

Tableau 9 : Les difficultés exprimées au lycée agricole de Metz

Enseigner des connaissances scientifiques et techniques autour de la biodiversité des sols	Développer des capacités chez les élèves pour aborder la complexité et produire autrement	S'adapter aux particularités territoriales des lycées agricoles
Faire un lien entre des connaissances théoriques et des pratiques agricoles	Mettre en route un raisonnement face à des situations complexes	Rien n'a été exprimé à ce sujet
Mettre en relation différents éléments de la vie du sol		
Les mycorhizes sont abstraites		
Rester sur quelque chose d'observable		
Prendre en compte ce qui n'est pas visible		
Manque de connaissances scientifiques		
Disciplines des enseignants : Agronomie et biologie		

Le lycée de Metz semble être le lycée pour lequel la notion des mycorhizes est la plus abstraite. La difficulté à prendre en compte quelque chose d'invisible et d'intangible y est très présente « *Prendre en compte dans un raisonnement quelque chose que l'on ne voit pas. Développer des connaissances sur ce qu'on ne voit pas* ». Aborder cette notion semble compliqué pour les élèves car « *Les mycorhizes, c'est une notion abstraite pour les élèves, ne les voient pas* » or les enseignants souhaitent faire prendre conscience que « *ce qui ne se voit pas existe quand même* » et ainsi arriver à « *rendre visible l'invisible* ».

Par ailleurs un enseignant explique que pour lui on ne peut pas aborder des choses complexes si on n'est pas « *très calé sur les éléments de la complexité* », il se pose d'ailleurs la question de savoir « *comment arriver à ce que les élèves se souviennent des connaissances fines* ».

Objectifs et scénario pédagogique

On voit donc que le rapport avec les mycorhizes est compliqué, flou, les enseignants ne savent pas très bien comment aborder cette notion et surtout arriver à faire un lien avec des pratiques agricoles. Ceci explique certainement pourquoi les objectifs poursuivis dans l'utilisation de MYMYX concernent surtout l'acquisition de connaissances autour de cette notion. Comme nous pouvons le voir dans la figure 8, un travail important a été fait sur la recherche de connaissances autour des mycorhizes en amont de la séance d'animation de MYMYX.

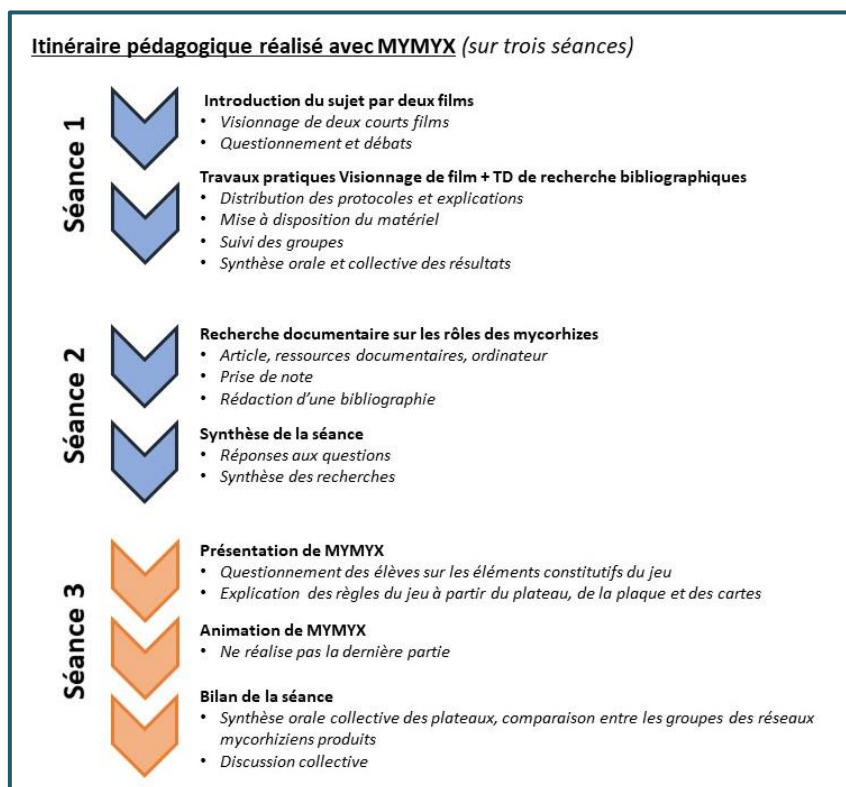


Figure 8 : Itinéraire pédagogique suivi à Metz

Retours de l'utilisation de MYMYX

Tableau 10 : Réponses de MYMYX aux difficultés exprimées (LA Metz)

		Les difficultés exprimées avant l'utilisation de MYMYX						Difficultés par rapport à MYMYX		
		Enseigner des connaissances scientifiques et techniques autour de la biodiversité des sols						Développer des capacités chez les élèves pour aborder la complexité et produire autrement		
		Faire un lien entre des connaissances théoriques et des pratiques agricoles	Rapport avec les mycorhizes				Mettre en relation différents éléments de la vie du sol	Mettre en route un raisonnement face à des situations complexes	Organisation	Veille bibliographique
Les mycorhizes sont abstraites	Rester sur quelque chose d'observable		Prendre en compte ce qui n'est pas visible	Manque de connaissances scientifiques						
Obligations et contraintes liées au métier d'enseignant	Intégration de MYMYX à d'autres activités enseignées									
	Adéquation avec le référentiel									
	Transversalité des connaissances									
MYMYX	Ajout d'activités en amont									
	Développement de certaines capacités transversales									
	Acquisition de connaissances sur les mycorhizes									
	Rendre concrète la notion de mycorhize									
	Lien entre pratiques agricoles et vie du sol									
	Clarté des règles									
	Difficulté pour se projeter									
Le professeur et sa vision de l'enseignement	Prise en main par le professeur									
	Pré-requis nécessaire									

Les deux phases qui précèdent l'utilisation de MYMYX sont considérées comme pertinentes puisque l'équipe pédagogique pense « *qu'il y a des acquis suite à ces séances et que la notion de mycorhizes est maîtrisée : comprise, visualisée, et les pratiques permettant la mycorhization sont connues.* ».

MYMYX est adapté aux contraintes et obligations liées aux métiers des enseignants en lycées agricoles car il permet selon les enseignants « *de valider des compétences transversales en agronomie, en biologie, en chimie des sols, et en agroéquipement.* » et « *s'intègre parfaitement à la formation en TP, TD, cours et activités pluridisciplinaires* ».

De plus, après l'utilisation de MYMYX on peut constater que les mycorhizes ne sont plus une notion abstraite « *L'équipe pédagogique pense qu'il y a des acquis suite à ces séances et que la notion de mycorhizes est maîtrisée : comprise, visualisée, et les pratiques permettant la mycorhization sont connues* ». Comme les enseignants l'écrivent dans leur compte rendu « *Les bases sont présentes, ce n'est plus une notion abstraite* ».

On peut voir néanmoins que trois difficultés apparaissent suite à l'utilisation de MYMYX.

Tout d'abord, le travail de recherche bibliographique à mener tant par les élèves que par les enseignants est important « *Demande un fond bibliographique et scientifique important : pas toujours facile de vérifier et départager la véracité de l'argumentaire* ». Comme pour le lycée de l'Eure, cette demande importante en recherche bibliographique ne signifie pas que les enseignants n'ont pas déjà un certain savoir mais plutôt que le manque de connaissances propre à cette thématique et les controverses qui y sont rattachées rendent l'enseignement plus délicat et moins évident.

Ensuite, l'organisation pour suivre l'itinéraire pédagogique n'est pas négligeable et demande d'anticiper les tâches par rapport au planning « *En cas de reconduction de ces séances lors d'une prochaine rentrée scolaire, il sera souhaitable pour nous de planifier dès la rentrée* ». De plus les enseignants précisent qu'il est indispensable de faire une séance « *avant la mise en œuvre du jeu, séance qui répond au pourquoi* », la durée de cette séance étant à adapter selon les élèves. Le temps de prise en main de l'outil n'est pas négligeable et nécessite un travail de préparation de l'activité plus ou moins créatif. Ils ajoutent également qu'« *utiliser juste MYMYX sans préalable serait compliqué surtout pour des niveaux types STAV. Le fait d'avoir fait le TP permet de rendre les choses moins abstraites* ».

Enfin, les enseignants pointent le fait que « *les règles du jeu et l'arbitrage n'ont pas toujours été évident à mettre en œuvre, certaines équipes ont eu des difficultés à juger et à évaluer l'argumentaire de l'équipe adverse* ».

Sans donner plus de précisions, les professeurs suggèrent peut-être l'intervention « *d'un animateur lors du jeu* ».

I.1.3. Convergences dans l'utilisation de MYMYX et intérêt dans l'enseignement agricole (généricité des résultats)

Suite à cette analyse lycée par lycée qui a mis en avant les particularités de chacun des lycées, on peut aussi constater certaines convergences.

Le manque de ressource

Le manque de ressource est une difficulté énoncée à plusieurs reprises. D'ailleurs, même s'il n'a pas été possible de faire une expérimentation dans le lycée agricole de Matiti, les premiers entretiens ont montré que là aussi ce manque de ressource est ressenti. Cette absence interpelle et traduit une particularité des lycées agricoles : il n'y a pas de manuel scolaire qui fixe le savoir à enseigner. Seuls les référentiels permettent à l'enseignant d'avoir une direction sur les objectifs pédagogiques à atteindre mais le cheminement vers ceux-ci n'est pas renseigné.

Séances en pluridisciplinarité

Toutes les équipes pédagogiques ont utilisé MYMYX en séance pluridisciplinaire sur des plages horaires dédiées. Cette façon de faire est assez courante dans les lycées agricoles. En revanche faire des séances de pluridisciplinarité pour traiter de cette notion n'était pas une chose que les enseignants faisaient nécessairement avant MYMYX. Les enseignants de Valence par exemple mentionnent qu'il n'y avait pas de séance pluridisciplinaire sur les mycorhizes avant l'utilisation de MYMYX.

L'outil MYMYX

Les retours faits par les enseignants montrent que MYMYX est jugé pertinent pour un emploi auprès de public BTS mais qu'il nécessite quelques modifications.

De façon unanime le plateau de jeu en bois est apprécié dans tous les lycées, autant par les enseignants que par les élèves. A Metz par exemple un enseignant explique que le plateau « *permet d'apporter de la surprise chez les élèves, sont interpellés, change de la routine donc sont concentrés et marqués* ».

La phase de jeu avec ce plateau permet de « *cristalliser l'échange entre les élèves et les collègues, permet de se retrouver pour travailler autour d'une thématique commune plutôt que de façon individuelle* » (LA Metz).

L'aspect très visuel qu'offre le jeu de plateau en fait un outil pédagogique et ludique « *Et le jeu ouais, le jour où j'ai vu le réseau je me suis dis « ah ouais quand même, elle, elle en profite pour aller chercher ça en passant par l'autre »* (Enseignante LA Valence).

On peut supposer que l'esthétique du jeu de plateau jeu lui confère un caractère ludique, ce qui peut dans une certaine mesure faciliter l'enrôlement des élèves vis-à-vis de ce que l'enseignant souhaite leur faire apprendre. De plus, le fait que cet outil ait été conçu par INRAE a généré une certaine confiance, sorte de gage de qualité dans ce qui été proposé.

« Enseignante : *Parce que si tu veux c'est un jeu mais la pensée du jeu elle est basée sur les connaissances de l'INRAE quoi, pas C'est pas un jeu ... Qui serait fait pour faire changer les pratiques tu vois, comment te dire ? L'articulation elle est bien, on a ces connaissances scientifiques, on peut faire le jeu et on se rend compte que ça peut être jusqu'à un changement de pratique. [...]*

Jehanne : *Et pour les élèves le fait que ça soit fait par l'INRAE est-ce que ça apporte quelque chose ?*

Enseignante : *Oui je pense qu'ils nous sentent très solide dessus quoi. En gros pour eux, ils nous font vraiment confiance quoi. On leur dit c'est validé, c'est validé quoi. »*

Pistes d'améliorations

Même si MYMYX permet de répondre à des difficultés rencontrées par les enseignants des critiques et pistes d'améliorations ont été énoncées.

Les règles du jeu de la séquence 5 avec le plateau sont jugées trop simples « *Ils [les élèves] ont trouvé le temps de jeu trop court et trop simpliste »* (LA Eure), et qui ne reflètent pas des choix réels « *Ouais et puis dans le choix des systèmes de cultures ben c'est forcément ... Un agriculteur il ne va pas mettre une Alliées sous prétexte que c'est quelque chose qui mycorhize bien. S'il n'en cultive pas, il n'en cultive pas. S'il cultive du colza, il cultive du colza même si ça ne mycorhize pas »* (LA Valence). On peut notamment remarquer qu'il y a également une tendance des élèves à jouer pour gagner. Les élèves comme les enseignants pensent que le jeu gagnerait en efficacité si les règles étaient plus complexes. A ce propos les élèves de Valence ont émis plusieurs idées suite à l'utilisation de MYMYX.

« *Par exemple pour l'oignon si dans la nature il demandait moins de potassium par exemple on n'aurait pas eu besoin d'aller chercher du potassium. Que toutes les cartes soient à égalité »* ou encore « *Nous on savait que les Légumineuses et les Alliées elles sont bien mycorhizées donc nous dans notre culture quand on nous a demandé 2 cultures, j'ai directement choisi l'oignon. Mais il n'y avait pas d'intérêt en plus, en face elles ont choisi raisin et poire, on ne leur a rien dit*

tu vois ». Ils suggèrent d'ailleurs d'enrichir l'apprentissage qui pourrait être fait sur chaque plante et que le gain des mycorhizes puisse être fait sur leur connaissance « *Qu'il y ait cet aspect en plus, qu'on apprenne des choses sur la plante en elle-même.* » et « *Poser la question aux élèves en disant : choisissez une plante qui est bien mycorhizée et comme ça on voit celui qui connaît ou qui connaît pas et sais que l'autre va partir avec un désavantage parce qu'il est parti avec la poire, le raisin, ...* ». Pour complexifier les règles une enseignante propose de mettre en place « *un dé avec des aléas météorologiques : sécheresse, pluie, vent, grêle* ».

Toutes ces remarques et retours d'expériences ont pu servir de base à la réflexion pour la réécriture du manuel MYMYX qui sera proposé avec la ressource (voir annexe « *Le manuel MYMYX* »).

1.1.4. De la conception à la reconception par l'usage

Dans cette partie nous faisons appels aux éléments théoriques issus de l'approche instrumentale décrite plus haut afin d'éclairer l'appropriation faite de MYMYX.

Pour les enseignants, MYMYX tel qu'il a été présenté a dû être repensé afin de correspondre aux besoins des enseignants. L'outil MYMYX n'est donc pas ré-utilisable en l'état et nécessite un processus d'appropriation, ce qui amène à une re-conception de l'outil dans deux directions : (1) le design du dispositif et (2) l'objectif assigné à l'outil.

En ce qui concerne le design les itinéraires pédagogiques montrent la re-conception faite à ce niveau. Les modifications ont surtout lieu pour les séquences 1 et 2: le quizz a moins d'importance que lors de l'expérimentation de recherche faite par les conceptrices, en revanche les enseignants ont associé MYMYX avec d'autres ressources qu'ils utilisaient déjà ou qu'ils ont inventé. Les séquences 3,4 et 5 restent elles, globalement fidèles à l'objectif de conception de départ et n'ont pas fait l'objet de processus d'instrumentation et d'instrumentalisation particulier. Seules quelques modifications ont pu avoir lieu : un échange entre les séquences 4 et 5, ou une reformulation de question pour la section 4, mais celles-ci restent minimales. La reconception complète de la 1^{ère} partie, permet de montrer la manière dont les enseignants s'imaginent la pédagogie pour arriver à enseigner des capacités.

Désormais MYMYX n'est plus en 5 séquences mais en 2 parties avec d'un côté la première partie qui a été complètement changé, puis la seconde qui l'est plus ou moins.

Cette modification du design amène à un changement des objectifs assignés à l'outil. On observe ainsi un écart entre les objectifs de conception et la reconception, c'est-à-dire une catachrèse. Elle constitue une preuve que le métier d'enseignants contient une activité de re-conception (Tricot 2019). Les enseignants deviennent dans ce cas-là des concepteurs intermédiaires d'artefacts pour fournir un système « d'instruments pédagogiques » (Chrétien 2019). Comme le mentionne Fanny

Chrétien, la conception se déroule ainsi au-delà des activités de conception. La mobilisation ou non de l'outil sera fonction des préoccupations de l'utilisateur au moment de cette mobilisation.

Comme mentionné partie 1, un artefact remplit trois fonctions :

- La fonction heuristique, « contrôle et oriente l'activité » : MYMYX est une sorte de guide pour l'action des enseignants, il oriente l'activité. Comme nous l'avons vu, les enseignants choisissent des activités en amont de l'animation, selon leurs objectifs mais aussi en fonction des savoirs embarqués par MYMYX. C'est par exemple ce qui amène les enseignants de Valence à faire le choix d'un article de la revue TCS et d'orienter les questions du quiz en vue de préparer les élèves à faire attention aux éléments qui traitent des pratiques agricoles, celles qui favorisent le réseau ou non.
- La fonction épistémique, « tournée vers la compréhension des situations » : MYMYX favorise également plusieurs moments des échanges, cela permet aux enseignants de mieux comprendre la représentation que les élèves ont d'une pratique agricole. Même si les enseignants connaissent les élèves parce qu'ils sont en classe avec eux pendant l'année scolaire, ils apprennent aussi à les connaître au travers de l'activité induite par le jeu : discussion, échange d'opinion, argumentation et positionnement.
- La fonction pragmatique, « tournée vers la transformation de la situation et l'obtention de résultats » : Aucune donnée ne permet d'affirmer cet aspect pragmatique mais il est très probable qu'une orientation de l'attention des élèves ait pu être orientée par l'enseignant et un comportement « forcé », pour induire un résultat.

On remarque donc à la fois un processus d'instrumentalisation puisque le design de MYMYX a été modifié, mais aussi un processus d'instrumentation puisque certains schèmes sont modifiés, voir complètement bouleversés comme c'est le cas à Valence avec l'enseignante qui dessine désormais une plante accompagnée de mycorhizes quel que soit le cours.

Cette genèse instrumentale, se poursuit également après l'utilisation de MYMYX et ne s'arrête pas aux frontières de la classe puisqu'à Valence une enseignante envisage de faire une animation de MYMYX qui regrouperait des agriculteurs et des élèves « *On est en partenariat avec un groupe d'agriculteur qui est en technique culturale simplifiée [...] Ça je suis sûr qu'il mordrait mais, à fond ! Je voulais le demander, [...] je vais peut-être pouvoir lancer les APV I là-dessus. [...] C'est un peu l'idée de travailler un peu plus avec la profession, un peu plus en direct* ».

Au lycée de l'Eure les enseignants suggèrent même de laisser les élèves créer leur propre jeu « *Nous pensons également, à l'issue de cette expérimentation, que laisser les étudiants construire un jeu et les faire réfléchir sur les règles, serait certainement une démarche encore plus intéressante que d'appliquer les règles d'un jeu déjà construit. [...] Les étudiants ont effectivement*

proposé de nombreuses idées pour améliorer les jeux testés et ce pourrait être un projet de pluri très motivant d'avoir à construire leur propre jeu ».

On voit ici que MYMYX suit un véritable processus d'appropriation. Si l'on considérait MYMYX au départ comme un artefact, il s'agit maintenant d'un instrument. Cette étude montre qu'il y a non seulement eu un processus d'appropriation du dispositif MYMYX mais qu'il a pris plusieurs formes.

Cette analyse de l'appropriation permet de mettre en lumière le détournement de l'outil par rapport aux fonctions prévues par les deux conceptrices. Elle montre qu'un outil conçu par la recherche avec des objectifs particuliers ne sera pas forcément utilisé de la même manière par d'autres acteurs et que les objectifs qu'on lui assigne peuvent évoluer. Ainsi on peut comprendre que l'outil MYMYX n'est pas utile en soi, mais le devient sous certaines conditions qui dépendent des intentions de l'enseignant.

I.1.5. Bilan

Dans quelle(s) mesure(s) et avec quelle(s) adaptation(s) le dispositif MYMYX est un outil qui permet d'accompagner les enseignants de lycées agricoles à « Enseigner à produire autrement ?

Cette analyse autour de l'appropriation des enseignants d'une ressource conçue initialement par la recherche permet de mettre en lumière et de rendre visible le « travail de transposition mis en œuvre par les enseignants d'agronomie » (Chrétien, 2019).

On peut également constater que l'usage qui a été fait de MYMYX est propre à chacun des lycées. Bien que les enseignants aient assistés à la même réunion de présentation de MYMYX, l'agencement de l'itinéraire pédagogique diffère d'un lycée à un autre et est non seulement fonction de l'équipe pédagogique qui le met en place mais aussi des contraintes exprimées par celle-ci. Ainsi, l'utilisation de ce dispositif n'apparaît pas au même moment et le cheminement vers celui-ci n'est pas uniforme. On peut alors parler d'une multivalence de MYMYX. Ceci peut se justifier en partie par le fait que les difficultés exprimées ne sont pas toutes les mêmes et que les objectifs poursuivis dans l'utilisation faite de MYMYX diffèrent. Ainsi un temps d'appropriation est nécessaire afin d'établir les objectifs que l'on souhaite atteindre avec l'outil et le moyen le plus adapté pour y arriver. Un résultat important est qu'il existe donc pour un même outil, MYMYX, une diversité d'usages possibles qui sont fonction de critères d'ordre professionnel (enseigner dans et par une discipline particulière, former à un métier) ou qui relèvent de la dynamique pédagogique en place. Cette diversité d'utilisation et d'interprétation conforte

l'hypothèse sur la re-conception et l'appropriation énoncée en première partie et montre que les enseignants de lycées agricoles sont en capacités de re-conceptionner l'outil qui leur a été proposé. De plus, grâce à l'expérimentation faite dans les quatre lycées, on peut constater qu'à un même outil peut correspondre plusieurs objectifs d'enseignement, indépendamment des objectifs de conception initiaux. Chacune des équipes des enseignantes a mentionné des référentiels¹⁰ concernant différentes compétences (*voir tableau 11*). Dans le cadre de l'utilisation de MYMYX chaque équipe pédagogique a fait part des modules de formation qui lui semblait correspondre à MYMYX dans le cadre du référentiel BTS APV.

¹⁰ Le référentiel permet à l'enseignant de connaître les objectifs professionnels, de certification et de formation propre à chaque formation de lycée agricole. Y sont notamment référencés les modules de formation notés « M » qui précisent les objectifs, disciplines et volume horaire de cours pour guider l'enseignant.

Tableau 11 : Lien entre l'utilisation de MYMYX et les référentiels dans les lycées agricoles

MODULES DE FORMATION	
M 11	Accompagnement au projet personnel et professionnel (APPP)
M 21	Organisation économique, sociale et juridique
M 22	Techniques d'expression, de communication, d'animation et de documentation
M 23	Langue vivante
M 31	Éducation physique et sportive
M 41	Traitement de données
M 42	Technologies de l'information et du multimédia
M 51	Marché, filière et régulation
M 52	Fonctionnement des organisations du secteur des productions végétales
M 53	Climat, sol
M 54	Biologie et physiologie du végétal
M 55	Régulations bioécologiques au sein de l'agroécosystème
M 56	Agroéquipements
M 57	Statistiques et démarches expérimentales
M 58	Itinéraires techniques
M 59	Systèmes de culture ou système semencier
M 61	Stage(s)
M 71	Module d'initiative locale : <i>précisé par des textes spécifiques qui font l'objet de notes de service</i>

Lycée	Référentiels	Précisions
Metz	M53: Climat, Sol	4.3 ; 4.4 ; 4.5 ; 4.6 ; 4.7 ; 5.3
	M55: Régulations biologiques au sein de l'agrosystèmes	2.1 ; 2.2 ; 3.1 ; 3.2 ; 3.3 ; 4.5
	M59: Système de culture	4.3
Valence	M53: Climat, Sol	4.3 ; 4.4 ; 4.6
	M54: Biologie et physiologie végétale	1.1
	M55: Régulation biologique au sein de l'agroécosystème	
Carcassonne	M53: Climat, Sol	
	M59: Système de culture	
Eure	M53: Climat, Sol	<i>Identifier les possibilités d'action sur les propriétés biologiques d'un sol, Identifier les principales fonctions écologiques d'un sol</i>
	M55: Régulation biologique au sein de l'agroécosystème	2.2
	M58: Itinéraires techniques	<i>Sous objectif 1</i>
	M59: Système de culture	

De plus, comme le mentionne les tableaux ci-dessous, MYMYX permet de répondre quasi intégralement aux difficultés qui concerne la connaissance. Cependant les retours sont plus mitigés concernant le développement de capacités en lien avec la complexité chez l'élève. Cette distinction est importante car bien que les enseignants en soient eux-mêmes capables il y a une difficulté de transmission et de pédagogie, ce qui touche le cœur même de leur métier. Comme le mentionne Isabelle Gaborieau, il ne s'agit pas uniquement de nourrir les élèves d'informations mais de les accompagner dans leurs propres réflexions et la construction de leurs apprentissages (Gaborieau 2019). Ceci met en valeur le fait de considérer les élèves comme des personnes capables de concevoir les choses. Le rôle pour l'enseignant n'est donc plus de « faire passer le message » mais

comprendre comment différentes « manières de connaître » peuvent faire évoluer les connaissances. (Guerrier et al. 2017).

Tableau 12 : Tableaux récapitulatif de la capacité de MYMYX à répondre ou non aux difficultés exprimées

Enseigner des connaissances scientifiques et techniques autour de la biodiversité des sols	
Difficulté exprimée	Capacité de MYMYX à répondre à la difficulté
Faire un lien entre des connaissances théoriques et des pratiques agricoles	+
Mettre en relation différents éléments de la vie du sol	+
Isoler une partie du sol	+
Manque de connaissances scientifiques	+
Agir malgré l'incertitude	+
Manque de concret	+/-
Rester sur quelque chose d'observable	+
Les mycorhizes sont abstraites	+
Prendre en compte ce qui n'est pas visible	+

S'adapter aux particularités territoriales des lycées agricoles	
Difficulté exprimée	Capacité de MYMYX à répondre à la difficulté
Répondre à la demande de l'EA	+/-
Suivre l'objectif de diagnostic professionnel	+
Hétérogénéité des profils d'élèves	+/-
Manque d'outil/de ressources	+

Développer des capacités chez les élèves pour aborder la complexité et produire autrement	
Difficulté exprimée	Capacité de MYMYX à répondre à la difficulté
Mettre en route un raisonnement face à des situations complexes	+/-
Savoir observer	-
Valoriser/remobiliser des connaissances diverses	+
Amener à une posture de conseil	+/-

Légende

- +** : MYMYX a globalement répondu à la difficulté exprimée
- +/-** : MYMYX répond partiellement à la difficulté exprimée
- : MYMYX ne répond pas à la difficulté exprimée

En définitive, un outil comme MYMYX ne peut être présenté comme permettant de résoudre l'ensemble des difficultés exprimées par les enseignants mais peut permettre de résoudre ponctuellement certaines problématiques. En ce sens, il peut être considéré comme un outil d'accompagnement et une ressource mise à disposition des enseignants. Cependant, le fait de regarder le processus d'appropriation qui en est fait amène à des questions sur ce que signifie réellement « Enseigner à produire autrement » et les questions d'accompagnement des enseignants dans leur transition professionnelle.

1.2. Résultats opérationnels

Ces résultats permettent la construction de véritables ressources dédiées aux enseignants qui souhaiteraient utiliser MYMYX. Ces différentes ressources poursuivent des objectifs variés et sont complémentaires dans l'accompagnement de l'enseignement dans le cadre du plan « Enseigner à produire autrement ».

Grille d'analyse d'utilisation de l'artefact MYMYX

Un des premiers résultats opérationnels concerne la création d'une grille de lecture et d'analyse de la ressource MYMYX proposée aux enseignants sur base de la grille réalisée par Fanny Chrétien. La grille est présentée ci-dessous en trois parties suivant les trois dimensions « utilité », « utilisabilité » et « acceptabilité ». Afin de correspondre au mieux à la ressource MYMYX cette grille multicritère a été modifiée. Seules les modifications les plus significatives seront précisées et expliquées ci-dessous.

L'une des modifications les plus visibles concerne l'ajout de deux colonnes : « Adéquation de MYMYX avec le critère » et « Dépendance à la temporalité ». Les symboles donnent plusieurs indications en voici la signification :

+ : indique que MYMYX est en adéquation avec le critère énoncé

- : indique que MYMYX n'est pas en adéquation avec le critère énoncé

OUI : précise les critères pour lesquels la question temporelle est importante

Sont laissés en noir les critères neutres, dans le sens où cela n'a pas d'incidence sur l'usage qui en est fait par les utilisateurs, dans le cas de MYMYX.

Il est important de préciser que la correspondance ou non avec un critère ne remet ni en cause l'existence de ce critère ni celle de la ressource proposée, en l'occurrence MYMYX. Ils permettent de donner des précisions sur certains aspects. Cette grille ne constitue en rien une évaluation à proprement parler de MYMYX mais donne des clés de lecture et une analyse de certains points saillants ressortant de l'étude.

Caractérisation de l'outil du point de vue de la conception (Utilité)

Tableau 13 : Caractérisation de l'outil du point de vue de la conception (modifications personnelles)

Grille d'analyse de MYMYX pour l'enseignement d'agronomie, d'après la grille de Fanny Chrétien					
THEMES	SOUS-THEMES	CRITERES	INDICATEURS	Adéquation de MYMYX avec le critère (+/-)	Dépendance à la temporalité
Caractérisation de l'outil du point de vue de la conception (UTILITE)	Objectifs du concepteur	Enjeux de l'outil	Aide à la prise de décision, compréhension sur les mycorhizes, choix de pratiques agricoles	+	
		Pluralité	Conçu pour une utilisation auprès des agriculteurs	-	
	Postulats et hypothèses de départ	Sur ce que permet ou pas l'outil (raisonnement, contenu)	Selon les conceptrices : Acquisition et partage de connaissance autour de la valorisation de la biodiversité du sol, choix de pratiques agricoles pertinentes pour le maintien du réseau, rendre visible l'invisible	+	
		Sur ce qu'il peut provoquer chez l'utilisateur	Selon les conceptrices : Comprendre le développement du réseau mycorhizien dans le sol, Amener à une réflexion sur l'usage de certaines pratiques agricoles	+	
		Sur les pré-requis d'utilisation	Selon les conceptrices : Aucun pré-requis	+	
	Architecture et format de l'outil	Les éléments matériels	Fiches méthodologie, vidéo de présentation, jeu de plateau, cartes et pions	+	
		Caractéristiques de l'interface	Bois, support papiers et numériques (apo Power Point)	+	
		Travail individuel / groupe	Alternance entre phase d'apprentissage individuelle et collective	+	
	Publics visés	Niveau présumé de mobilisation	Agriculteur	-	
		Niveau de connaissances agronomiques	Agriculteur en activité et travail à partir de ses pratiques agricoles	+	
		Raisonnements potentiels présumés	Argumentation, auto-réflexion, changement de pratiques	+	
	Information contenue, savoirs de référence	Savoirs scientifiques de référence	Agrologie, biologie des sols	+	
		Savoirs empiriques de référence	Pratiques agricoles	+	
		Nature des contenus	Nutrition des plantes, mycorhization	+	
		Caractère plus ou moins explicite de ces savoirs de référence	Absence relative de connaissances et invisibilité des mycorhizes	-	OUI
	Logique d'usage	Prise en compte de la prise en main de l'outil	Animation réalisée par les conceptrices	//	
		Repères d'orientation des usages	Réalisé seulement auprès d'agriculteurs ou techniciens d'installation expérimentale de l'INRAE	//	
		Accessibilité d'usage / besoin de guidage	Animation réalisée par les conceptrices	//	
	Traitement des savoirs de référence	Quels sont-ils? Quelles sélection?	Quiz sur les mycorhizes	//	
		Comment sont-ils formalisés? Quelles transformation / réduction?	Explication par la conceptrice	//	
		Quelles articulations?	Articulation entre savoirs de références sur les mycorhizes et pratiques agricoles	//	
	Raisonnements principaux produits par l'outil / pris en charge par l'outil ?	Raisonnements agronomiques	Transition agroécologique, biodiversité du sol, itinéraire cultural, complexité, gestion de l'incertitude, fonctionnement des SdC	+	
		Raisonnement personnel	Chaque agriculteur peut réfléchir à ses pratiques agricoles	+	
Types d'activité cognitive engagé		Diagnostic, établir une stratégie, décision, construction de compromis, validation de références, échanges entre pairs, argumentation	+		

Cette catégorie permet de caractériser l'outil du point de vue de la conception, en l'occurrence du point de vue de Marie Chave et Valérie Angeon. Un élément concerne la temporalité il s'agit des savoirs de référence, en ce qui concerne les mycorhizes, comme nous l'avons vu précédemment, on peut considérer qu'il y a une absence relative de connaissance, qui ne sont pour la plupart pas stabilisées et sujettes à controverses. Ainsi l'aspect temporel est important puisque ces connaissances peuvent être amenées à changer.

Les conditions de mise en ressource de l'outil pour l'enseignement (Utilisabilité)

Tableau 14 : Les conditions de mise en ressource de l'outil pour l'enseignement (modification personnelles)

Grille d'analyse de MYMYX pour l'enseignement d'agronomie, d'après la grille de Fanny Chrétien					
THEMES	SOUS-THEMES	CRITERES	INDICATEURS	Adéquation de MYMYX avec le critère (+/-)	Dépendance à la temporalité
Les conditions de mise en ressource de l'outil pour l'enseignement (UTILISABILITE)	Accessibilité de l'outil	Transposabilité de l'outil dans une situation d'enseignement	Formation possible, demande de l'envoi de MYMYX auprès de la DGER	+	
		Adaptabilité aux différents niveaux scolaires et cognitifs des usagers	Adapté à un public BTS agricole. Peut être utilisé en licence ou bien en en 1ère ou terminale avec quelques adaptations	+	
		Diversité des modalités d'enseignement possibles	Traitement des variables, simulation, manipulation des résultats, etc.	?	
	Capacité de l'outil à introduire de nouveaux contenus	Explicitation des variables		?	
		Introduction de nouvelles notions		?	
	Capacité de l'outil à provoquer des raisonnements nouveaux	Offre des espaces de discussion à propos des références, des modèles, des concepts, notions, raisonnements sous-jacents	Discussion autour des mycorhizes, réflexion autour de la notion de co-compétition. Echange et partage de connaissances, trouver des compromis	+	OUI
		Traitement des nœuds didactiques, des obstacles épistémologiques	Identification des difficultés de compréhension, décentration, décalage, partage de points de vue.	?	
		Acquisition de nouvelles méthodes	Animation en classe, utilisation d'un jeu de plateau et de fiche pour cristalliser l'échange et l'acquisition de connaissance	+	
	Ce qui manque à l'outil du point de vue des usagers	Appréciation de nouveaux points de vue		?	
		D'un point de vue fonctionnel	Modalités d'utilisation, architecture de l'outil, guidage	?	OUI
		D'un point de vue didactique	Variables, interactions entre elles, diversité des raisonnements induits	?	
	Capacité de l'outil à autoriser des détournements (catachrèse)	D'un point de vue pédagogique	Diversité des niveaux d'utilisation, flexibilité dans les options de mise en place de la situation d'apprentissage dans laquelle s'intègre l'outil, ect	?	OUI
		Sur les objectifs opérationnels	Les objectifs opérationnels sont fixés : apprentissage autour de la notion des mycorhizes	-	OUI
		Sur les raisonnements visés	La capacité d'argumentation et de mise en débat dépend de l'animateur et n'est pas propre à MYMYX	+	OUI
		Sur les usages (formats, fonctionnalités)	Usages et formes d'utilisation variée possible, outil à adapter en fonction du public	+	

La partie concernant l'utilisabilité est intéressante puisqu'elle nous éclaire sur les différences entre les objectifs de conceptions énoncés en premier lieu et les conditions de mises en ressources de ces outils.

Au vu de l'utilisation faite de MYMYX lors des expérimentations et des résultats précédemment énoncés, les critères de « transposabilité de l'outil dans une situation d'enseignement » et « d'adaptabilité aux différents niveaux scolaires et cognitifs des usagers » sont logiquement respectés.

En ce qui concerne la capacité de l'outil à autoriser des détournement, MYMYX ne permet pas de détournement sur les objectifs opérationnels. Ils sont en effet fixés et correspondent à des apprentissages en mettant en lien le développement du réseau mycorhizien avec des pratiques agricoles. En revanche MYMYX autorise des catachrèses pour les usages et les raisonnements visés qui dépendent des objectifs pédagogiques de l'enseignant.

Par ailleurs, l'outil offre des espaces de discussion et un échange sur les connaissances « *Du point de vue des enseignants, la séance de jeu présente un intérêt dans le sens où elle permet une implication de tous et une discussion entre les apprenants sur leurs connaissances ou méconnaissances* » mais aussi sur « *la nécessité de discuter pour trouver des compromis* » (LA Eure). « *Et en plus c'est un temps où tu te dis « Qu'est-ce que je ferais ? », « Qu'est-ce que je ferais pas ? »* [En parlant des élèves] « *Ah ben c'est évident que ça il ne faut pas le faire !* ». Ah c'est évident ? sauf que, que tu le maintiens quoi, tu dis que tu ne peux pas enlever le labour profond quoi. Et ces discussions on ne pouvaient pas les avoir sur le terrain », « *c'est très libérateur* » (LA Valence). MYMYX ouvre une réflexion et un champ de possible qui n'était jusqu'à présent pas exploré « *Les cartes avec les pratiques ça permet [...] d'entrevoir des solutions auxquelles on ne pensait pas* » (LA Valence).

De façon hypothétique, une chose qui pourrait manquer du point de vue des usagers sont des cartes de « cultures locales » déjà prêtes. En effet, les enseignants n'utilisent pas nécessairement dès la première utilisation les cartes vierges pour y inscrire les cultures.

Cela peut être dû au fait que les enseignants n'ont pas le temps ou l'envie de les utiliser, ou bien alors qu'ils ne sont pas encore à l'aise avec cette utilisation. Etant donné que MYMYX comporte plusieurs temps différents et un champ de connaissances important il peut y avoir un temps d'adaptation et de réflexion plus ou moins conséquent. La première utilisation peut être faite de manière « classique » avec les cartes proposées et ensuite après plusieurs utilisations, avec des cultures plus locales ou spécifiques.

Les conditions de mise en usage de l'outil (Acceptabilité)

Tableau 15 : Les conditions de mise en usage de l'outil (modifications personnelles)

Grille d'analyse de MYMYX pour l'enseignement d'agronomie, d'après la grille de Fanny Chrétien					
THEMES	SOUS-THEMES	CRITERES	INDICATEURS	Adéquation de MYMYX avec le critère (+/-)	Dépendance à la temporalité
Les conditions de mise en usage de l'outil (ACCEPTABILITE)	Attractivité de l'outil	Caractère ludique	Fiches, cartes, pions, illustrations et plateau de bois pour un aspect concret et pédagogique	+	OUI
		Affordance de l'outil	Nécessite un temps de prise en main avant l'animation auprès d'un public	-	
		Diversité des niveaux d'utilisation	Possibilité de n'utiliser que certaines parties de l'outil si cela s'insère dans une logique pédagogique prédéfinies	+	
	Flexibilité de l'outil	Adaptabilité aux contraintes spatiotemporelles de la formation	S'insère dans les séances de pluridisciplinarité	+	
		Variabilité du positionnement dans un itinéraire d'apprentissage	Peut s'insérer en début, fin ou milieu d'un itinéraire pédagogique	+	
		Variabilité des coûts d'utilisation en fonction des moyens et conditions d'usage	Temps d'utilisation important sur usage complet, achat auprès de la DGER, 2 animateurs minimum pour une classe de 15 élèves. En fonction des séances rajoutées l'achat de matériel peut être indispensable (microscope, ?)	+	
		Capacité de l'outil à s'intégrer dans une progression pédagogique		+	
		Contraintes curriculaires		+	
	Place de l'outil dans un scénario didactique ?	Progressivité visée		?	
		pré-requis nécessaires	Mise en place des pré requis en amont	-	OUI
		Lien entre les façons d'utiliser l'outil et le scénario pédagogique / situation d'apprentissage		?	
		Lien entre les façons d'utiliser l'outil et le moment de la formation		?	
	Place de l'outil par rapport à la culture de la formation	Adéquation avec le référentiel de formation	Correspond à différents modules selon l'utilisation faite : M53, M54, M55, M58 et M59	+	
		Adéquation avec la culture éducative de l'équipe pédagogique		+	
		Adéquation avec la prescription effective dans l'établissement		+	
	Lien entre les façons d'utiliser l'outil et le public	Cohérence entre les usages et les objectifs		+	
		Cohérence entre les contenus et les enjeux de formation		+	
		Quelles implications / attentes en termes de professionnalisation?	Etre en capacité de faire le lien entre la théorie et des pratiques agricoles favorables au développement du réseau mycorhizien	+	
	Apports nécessaires pour l'utilisation de l'outil	Animation de la séance	Des capacités d'animation sont un plus pour l'utilisation de MYMYX	+	
		Supports complémentaires	Des outils complémentaires ne sont pas obligatoires mais se révèlent parfois essentiels pour une meilleure utilisation de l'outil	+	OUI
Nécessité d'une formation ou sensibilisation préalable		Prise en main préalable nécessaire	?		
Représentation des avantages et des inconvénients de l'outil par l'enseignant	Mise en place d'un modèle d'évaluation de l'apprentissage des capacités proposées par MYMYX	Construire une évaluation contextualisée	-	OUI	
	Satisfaction des usagers	Par rapport aux besoins déclarés, par rapport à leurs attentes	+		
	Critiques formulées	Outil qui est parfois perçu comme trop "simple" au niveau des règles du jeu avec le plateau	+		

Du point de vue de l'acceptabilité, une catégorie supplémentaire a été ajoutée, il s'agit de l'évaluation. Bien que la grille initiale ne comporte pas ce critère, l'évaluation pose question. Comme une enseignante le mentionne lors d'un entretien « *Parce que du coup [réfléchit] je ne suis pas sûr qu'on ait fait une évaluation pour vérifier que ces notions-là soient un peu mieux acquises. Bon je suis persuadée que ça les aide à acquérir [...] Avec un peu plus de facilité ces notions complexes et toutes les interactions qu'on peut avoir. Par contre, ouais je ne suis pas sûr qu'on ait, fin moi en tous cas j'ai pas inventé de questionnaire de vérification des acquis. Ça manque un peu ça, d'évaluation.* » (LA Valence). Ici l'enseignante s'interroge sur la capacité de l'outil à permettre l'acquisition de connaissances et savoirs embarqués par MYMYX. Cette citation montre l'intérêt que pourrait avoir une évaluation dans le but de mesurer l'impact d'un outil utilisé dans

l'enseignement. Ainsi rajouter un critère d'évaluation dans la grille montre l'importance qu'elle peut avoir. Le fait de positionner ce critère dans la catégorie acceptabilité questionne les modalités de l'évaluation : Sera-t-elle jugée juste, est-elle acceptée par le public ?

Dans le cas de MYMYX, aucune évaluation n'est proposée et ne sera proposée aux enseignants. En effet, aux vues des multiples utilisations possibles il n'est pas possible d'envisager une unique évaluation qui serait pertinente pour toutes ces utilisations. Cette création d'évaluation est un champ libre laissé aux enseignants qui selon leur usage pourront ou non choisir d'évaluer les élèves et/ou d'apprécier le degré d'appropriation d'éléments qui concerne spécifiquement MYMYX (compréhension de ce qu'est une symbiose mycorhizienne, les pratiques qui favorisent le réseau) ou qui en sont plus éloignées (capacité à argumenter, à faire des recherches, ...).

Cette question de l'évaluation dans le cadre de nouvelles ressources pédagogiques mobilisée par les enseignants est importante à prendre en compte car permet de réellement noter l'impact d'un outil. Elle pose finalement à question de l'apprentissage induit ou non par ce dernier.

Il est impossible de dire ici avec certitude si MYMYX a pu permettre une validation des connaissances mais certains retours nous donnent des indications sur la capacité de MYMYX à enrôler les élèves de par son caractère ludique et attractif : « *Tout le monde se prend au jeu ! Les étudiants apprécient cet après-midi différent des cours et TP habituels. Une séance enthousiaste et dynamique* », « *ça les a interpellés quoi.* » (LA Valence), « *Mais sinon pour leur faire rentrer dans la tête quelles pratiques les favorisent ou quelles plantes mycorhizes bien, c'est intéressant.* » (LA Valence). « *L'équipe pédagogique pense qu'il y a des acquis suite à ces séances et que la notion de mycorhizes est maîtrisée : comprise, visualisée, et les pratiques permettant la mycorhization sont connues* », « *Les bases sont présentes, ce [en parlant des mycorhizes] n'est plus une notion abstraite* » (LA Metz).

Finalement l'ajout de la colonne sur la temporalité montre qu'il est parfois nécessaire d'avoir un temps d'adaptation pour s'approprier une ressource. Ainsi le fait de ne pas observer une appropriation lors d'une première phase de test, ne signifie pas forcément que la ressource est inintéressante ou que l'utilisateur n'est pas capable de s'en servir. Parfois il peut simplement s'agir d'une question de temps d'appropriation de la ressource mais aussi des concepts amenés par celle-ci. Dans le cas de MYMYX l'utilisation de la ressource n'a pas été immédiatement comprise par les enseignants et ce malgré une formation avec les conceptrices. En effet, lors de mes observations à Valence j'ai pu constater que certaines consignes du jeu n'étaient pas suivies. En me penchant sur la question je suppose que c'est parce que les règles n'étaient pas comprises ou trop floues. De même, lors de mon animation en classe avec un enseignant j'ai pu constater que l'attribution des points aux différentes équipes n'était pas simple et que l'utilisation de l'outil posait des problèmes

à l'enseignant avec lequel j'animais. Cet enseignant n'avait testé MYMYX qu'une seule fois et de façon moins régulière que les 2 autres enseignantes qui ont assisté à la formation. L'utilisation du jeu n'est donc pas immédiate et ce malgré les/l'affinité(s) que l'on peut avoir les/la discipline(s) scientifique(s) concernée(s).

Fiche MYMYX

Les résultats permettent la création d'une fiche MYMYX construite selon les critères décrits dans le guide méthodologique du projet Didacphyto¹¹ (*annexe « fiches méthodologiques »*).

Cette fiche met en avant 4 catégories : 1) les objectifs de l'outil, 2) les potentialités d'apprentissage, 3) les conditions d'usage et 4) les points de vigilance et conseils d'usage.

Cette fiche montre que l'outil ne peut être utilisé « tel quel » mais qu'il y a des points de vigilance à avoir. Elle sera mise sur le site ChloroFil après validation.

Scénario vidéo

L'analyse progressive des résultats a permis d'orienter l'élaboration de la vidéo de présentation de MYMYX. Le fait de se poser la question autour de la présentation de MYMYX et de sa communication auprès du grand public a amené à se questionner sur la manière de présenter MYMYX et sur le choix des éléments à mettre en avant qui soient les plus susceptibles d'intéresser les enseignants. Il a ainsi été décidé de créer une vidéo qui tient compte de l'appropriation par des enseignants de l'outil suite à l'expérimentation, c'est-à-dire du point de vue de l'utilisateur et non plus de la conception.

La vidéo sera rendue disponible sur le site internet ChloroFil sous réserve de son acceptation auprès de la DGER (*voir annexe « Script vidéo »*).

Création du mode d'emploi de MYMYX

Afin de répondre aux critères non remplis dans la grille d'analyse et les critiques énoncées par les utilisateurs, j'ai pris la décision de modifier certaines règles de MYMYX et de proposer un véritable manuel d'utilisation. L'enjeu est d'arriver à trouver un équilibre entre un jeu de plateau aux règles suffisamment claires et simples, afin que tout le monde puisse les comprendre aisément et suffisamment souples pour laisser la liberté à tout enseignant qui jugera utile de modifier ces règles, de le faire en fonction de ses objectifs. Le fait de laisser une souplesse au niveau des règles peut permettre aux enseignants les plus réticents d'utiliser malgré tout la ressource sans pour autant

¹¹ Didacphyto est l'acronyme du projet de recherche intitulé « Vers un enseignement de savoirs agronomiques de référence opératoire pour des pratiques agricoles compatibles avec le plan Ecophyto ».

qu'ils se sentent contraints ou obligés d'utiliser l'outil de manière imposée. Il ne s'agit pas de donner une règle du jeu qui décrive chaque usage possible de façon exhaustive (ce serait impossible) mais proposer une ressource qui puisse se déployer de différentes façons.

Voici une présentation des principaux changements opérés, le manuel complet étant présenté en annexe (*voir annexe « Le manuel MYMYX »*).

Ré écriture des règles du jeu

La présentation de MYMYX ainsi que l'écriture des règles du jeu ont été modifiées.

L'enseignant n'est pas nommé comme tel mais comme animateur. Cette dénomination sous-entend que d'autres acteurs comme des élèves, peuvent être eux-mêmes animateurs. MYMYX est désormais présenté en 2 parties et non plus en 5 séquences. De plus, dans la première partie le quizz est les fiches pédagogiques sont présentés comme des exemples et non comme des séquences à suivre de façon chronologique.

Variantes de jeu

Plusieurs propositions de variantes de jeu ont été faites :

(1) L'introduction d'une carte de profil agriculteur sur laquelle apparaît plusieurs contraintes avec lesquelles le joueur devra composer : un système de culture, la situation financière et le type d'exploitation.

(2) L'ajout du rôle de conseiller agricole. Ce rôle permet à un élève de se mettre dans la peau d'un conseiller et d'accompagner un autre camarade dans la réflexion. Durant la phase de jeu de plateau l'élève n'est donc pas un « joueur » mais un véritable conseiller qui dispose de fiches lui permettant d'acquérir des informations pour aider au mieux un autre élève dans le rôle d'agriculteur.

L'ajout de ces deux variantes de jeu a pour objectif d'augmenter la difficulté du jeu et favoriser l'échange entre les élèves mais aussi leur raisonnement en les confrontant à des éléments concrets de la réalité. Les cartes de conseillers agricole et d'agriculteur étant construites sur base d'expériences vécues. Dans un souci de contextualisation des cartes vierges sont disponibles afin de permettre aux acteurs de mentionner leurs propres expériences. Dans tous les cas l'enseignant est libre d'utiliser ou non ces variantes ou d'en créer de nouvelles. Il s'agit bien de propositions et non de règles strictes à suivre. C'est la forme du jeu qui est au service du fond que l'enseignant souhaite faire passer.

Proposition d'améliorations

Modification des cartes cultures

Dans une autre mesure, il pourrait être intéressant de rajouter des informations sur les éléments nutritifs propres à chaque plante et ainsi pondérer la proportion de N, P, K¹² et eau nécessaire pour chacune des cultures. Cette idée est issue d'une remarque formulée par plusieurs élèves du lycée



de Valence « *Par exemple pour l'oignon si dans la nature il demandait moins de potassium par exemple on n'aurait pas eu besoin d'aller chercher du potassium. Que toutes les cartes soient à égalité* ». N'étant pas suffisamment compétente dans le domaine de la phyto-nutrition, il ne m'est pas possible de répondre à cette demande. La création de telle carte nécessiterait un travail approfondi et spécifique. Cependant, cette remarque ainsi que des discussions avec l'une des conceptrices m'ont tout de même permis de mettre en avant quelques notions qui seront expliquées dans la partie discussion.

Figure 9 : Modification d'une carte de culture

¹² Il s'agit d'éléments nutritifs N : azote, P : phosphore et K : potassium

II. DISCUSSION

II.1. Les limites de l'étude

Cette expérimentation a été faite au sein de quatre lycées volontaires déjà plus ou moins engagés dans une transition agroécologique¹³. On peut donc supposer que ces enseignants étaient initialement ouverts à l'idée d'innover sur leurs pratiques pédagogiques puisqu'elles s'inscrivent dans la direction prise par leurs établissements. On peut également souligner l'honnêteté dont on fait preuve certains enseignants en mentionnant la remise en question que MYMYX impliquait sur leur pédagogie et leur vision. Ces informations amènent à se poser la question sur les potentielles réticences¹⁴ ou rejet que d'autres équipes enseignantes pourraient avoir dans d'autres contextes vis-à-vis de l'utilisation d'un tel dispositif. Seul un enseignant a été contacté dans un cadre extérieur du mémoire et a confirmé certaines des difficultés rencontrées¹⁵.

Par ailleurs, lors de la rencontre à Paris, il a été demandé aux enseignants de formuler leurs difficultés. Il est possible que cet exercice d'auto-diagnostic ait pu avoir des répercussions sur la manière dont les enseignants ont utilisé MYMYX. Ces remarques posent la question de la mise en service d'un point de vue national de la ressource, sera-elle évidente et pertinente pour tous des utilisateurs qui n'auraient pas formulé leurs difficultés en amont de l'utilisation de l'outil ?

Une expérimentation guyanaise avortée

La situation avec l'épidémie de COVID-19 a empêché l'expérimentation de MYMYX en Guyane. Cependant ma rencontre avec l'équipe pédagogique du lycée (directrice et collectifs d'enseignants), les élèves et mon expérience personnelle antérieure sur ce territoire me permettent de donner un éclairage sur les référentiels proposés par la DGER au niveau BTS.

Dans ces régions d'Outre-mer on observe un important renouvellement des équipes pédagogiques en place. Comme l'indique une enseignante, ce changement peut être problématique pour rendre pérenne des projets au sein du lycée et freiner leur mise en place « *C'est vrai qu'il y a un énorme turn over sur les professeurs aussi donc c'est pas forcément évident à chaque fois il y a des équipes qui sont beaucoup renouvelées [...]. A chaque fois on est plusieurs nouveaux débarqués donc faut qu'on prenne nos marques, on connaît pas forcément les structures, les publics et ça ne doit pas faciliter des projets plus globaux, ou plus transversaux entre classes.* ». De plus, l'arrivée d'un nouvel enseignant en provenance de métropole peut constituer un biais dans le sens où celui-ci n'a

¹³ La plupart de ces lycées possèdent une exploitation agricole en agriculture biologique ou en partie

¹⁴ Les réticences pourraient porter sur l'utilisation d'un jeu en classe ou bien sur les principes mêmes de l'agroécologie

¹⁵ Il s'agit d'un enseignant du lycée agricole de Dardilly

pas forcément conscience des singularités locales du point de vue agricole mais aussi social et économique.

Une autre des difficultés particulières à ce territoire énoncé par les enseignantes interrogées concerne la barrière de la langue « *alors, quand je dis qu'ils ne comprennent, enfin les deux que je disais ils comprennent quoi je pense qu'il comprennent le français mais ils n'arrivent pas bien à le lire et pas bien l'écrire c'est pas des allophones* ».

Compléter l'expérimentation

La question de l'hétérogénéité des publics semble à approfondir, les résultats montrent certains blocages à ce niveau-là et amènent la question de l'expérience dans un raisonnement agroécologique : Est-elle nécessaire pour acquérir un raisonnement systémique ? Si oui de quel type d'expérience parle-t-on et pour quel type de public ?

De plus, si nous venons de montrer l'intérêt de MYMYX pour les enseignants, nous n'avons pas approfondi l'analyse de l'intérêt d'un tel dispositif du point de vue des élèves. En effet, cette étude ne s'est pas intéressée à leur apprentissage. Au dire des enseignants et des élèves il semblerait que certaines notions soient acquises mais cela n'a pas été vérifié. Il pourrait alors être intéressant d'envisager d'autres expériences dans le but de comprendre l'impact d'un tel dispositif dans l'apprentissage des élèves. Par exemple, confronter plusieurs groupes d'élèves de même niveau, l'un reçoit un enseignement avec des enseignants¹⁶ formés à MYMYX d'autres un enseignement classique (groupe témoin), et observer les différences de résultats. On pourra aussi regarder si le fait d'introduire une ressource incite les enseignants à approfondir davantage la thématique de la ressource, si le temps consacré à cet apprentissage est le même, etc.

II.2. La subjectivité d'un outil

La conception d'un outil quel qu'il soit, traduit une réalité propre à une personne selon son domaine de compétence et sa vision dans un domaine en particulier, c'est le reflet des savoirs du concepteur. Quand un chercheur produit un jeu, il le fait à partir de sa discipline, de sa spécialité et écarte de façon intentionnelle ou non une certaine partie de la réalité. La recherche en pluri ou transdisciplinaire permet de combler ces manques dans une certaine mesure. Cependant même en imaginant que l'ensemble des champs disciplinaires nécessaires à la conception d'un jeu soient réunis, serait-il réellement possible de rendre compte de toute la complexité qu'implique un phénomène ? Il y a de grandes chances pour que ce ne soit pas le cas. Déjà la conception d'un tel

¹⁶ Les enseignants doivent avoir le même niveau d'expérience et le même niveau de connaissance initiale

outil peut s'avérer impossible car certaines connaissances sont tout simplement manquantes et ne permettent pas de créer un jeu. De plus, il n'est pas certain que l'outil soit utilisable ni même acceptable. Serait-il d'ailleurs réellement utile ?

Ainsi, un outil possède un part de subjectivité et la réalité décrite est dépendante des concepteurs. Comme le décrit Fanny Chrétien, un artefact n'est pas neutre et « il charrie des contenus de savoirs qui ont été sélectionnés, valorisés, hiérarchisés par l'activité du concepteur » (Chrétien 2019).

L'intérêt de regarder l'appropriation permet de mettre en lumière cette subjectivité et les critiques apportées par l'utilisateur.

Cependant, dans le cadre d'une transition agroécologique qui repose sur des connaissances qui ne sont pas toutes stabilisées, cette dépendance à la vision du concepteur est à prendre en considération puisque les connaissances mises en avant ne sont pas forcément stabilisées et peuvent être sujettes à des controverses, amenant des questions socialement vives comme nous l'avons vu précédemment.

II.3. Perspectives

Les résultats de cette étude peuvent en partie expliquer pourquoi malgré l'abondance des ressources proposées, elles ne sont pas capitalisées dans l'enseignement (Chrétien 2016).

Par ailleurs, les trois catégories de difficultés mentionnées par lycée raisonnent avec la littérature récente sur les questions d'accompagnement dans les lycées agricoles. Dans sa thèse Isabelle Gaborieau nous met en garde sur les points de vigilance pour « Enseigner à produire autrement » et pointe trois enjeux qui selon elle, sont nécessaires pour l'accompagnement (Gaborieau 2019). Tout d'abord un enjeu épistémique qui est en lien avec la transition agroécologique. Il suppose pour les enseignants de construire des concepts autour de l'agroécologie et sur les capacités à faire travailler aux élèves (Magne et al. 2019). Ensuite un enjeu relationnel qui tient compte de la relation avec les élèves d'une part et avec les autres parties prenantes d'autre part. Cette dimension relationnelle est importante à considérer puisque « les idées que les enseignants se font de leur contexte, et qu'ils tiennent pour vraies, les empêchent bien souvent de créer des conditions favorables aux apprentissages. » (Gaborieau 2019). Enfin, un troisième enjeu plus pragmatique est lié aux pratiques des enseignants puisque la transition agroécologique interroge les enseignants dans « leur intimité éducative » (Magne et al. 2019).

Certaines difficultés exprimées par les enseignants touchent le cœur de leur métier. Ainsi on peut comprendre que la transition agroécologique implique une transition professionnelle qui selon Masdonati et Zittoun, amène à des transformations selon trois niveaux : des transformations identitaires, des transformations sur les compétences et des transformations qui appellent à une

construction de sens afin de comprendre ce qui arrive et se distancier de l'expérience vécue (Masdonati et Zittoun 2012). Au regard des résultats de cette étude et de la littérature, la transition professionnelle concerne les enseignants car, sous certains aspects perdre « le savoir », ou la position de sachant peut être une réelle perte d'identité pour certaines personnes. On voit également qu'un renouvellement des compétences est nécessaire sur la pédagogie menée en classe afin d'engager les élèves. Enfin l'étude montre que la construction de sens n'est pas évidente et nécessite de prendre du recul sur son métier pour en identifier les difficultés et les points de blocages, ce que les enseignants ont eu l'occasion de faire grâce aux entretiens et bilans réalisés à la suite de l'expérimentation avec MYMYX. Ces transformations qu'amènent ces transitions (agroécologiques et professionnelles), sont d'autant plus importantes à prendre en compte puisque dans nos sociétés « la sphère professionnelle est un repère central pour la construction identitaire d'une personne » (Masdonati et Zittoun citant Clot, 1999 ; Dubar, 2000.).

Ces questions de transformations amènent à penser qu'un accompagnement de la transition agroécologique ne semble pas possible sans un accompagnement de la pédagogie. (Guerrier et al. 2017). Cette question de l'accompagnement est d'autant plus nécessaire que tous les enseignants de lycées agricoles ne sont pas issus de formations centrées sur le métier d'enseignant (Gaborieau 2019).

Dans le cadre du projet agroécologique pour la France, et de sa mise en œuvre au sein des établissements agricoles, on perçoit une volonté de changement d'état d'esprit des enseignants afin de créer un environnement propice pour enseigner à produire autrement (Guerrier et al. 2017). Ce changement d'état d'esprit concerne les enseignants mais aussi des élèves car « Si des élèves, stagiaires, étudiants ou apprentis ne sont pas enclins à partager une certaine idée de ce que peut être « produire autrement », ils risquent de ne pas être enclins non plus à apprendre à produire autrement » (Mayen 2013). Par ailleurs si le fait de connaître, comprendre et découvrir peut entraîner des changements d'attitude et de vision il est du rôle de la formation de contribuer à la mise en œuvre d'un milieu favorable à l'évolution de ces changements d'attitude (Mayen 2013). Comme Mayen le précise le défi que pose l'agroécologie est un défi cognitif, « d'apprentissage et d'éducation des capacités de penser » et pas seulement un défi de production de connaissance (Mayen 2016).

Ainsi, on ne peut pas considérer que l'accompagnement d'acteurs, quels qu'ils soit, dans la transition agroécologique, soit une évidence ou simple à mettre en place. Il nécessite « un environnement potentiel d'apprentissage favorable qui a pris la mesure des enjeux et des exigences cognitives à apprendre et développer : par l'enseignement initial professionnel agricole, par la formation continue, par les formes collectives de coopération, par des formes nouvelles

d'encadrement et de conseil qui ne conseillent pas mais aident à construire l'autonomie. Cela complexifie et transforme aussi les exigences en matière de compétences des enseignants, des formateurs. » (Mayen 2016).

Ce mémoire rejoint ces recommandations qui sont à prendre en compte et doivent être retravailler avec les enseignants et référents EPA concernés dans le but d'accompagner l'ensemble des enseignants dans la transition agroécologique.

CONCLUSION

Finalement si depuis le début du XX^{ème} siècle la question du positionnement de l'agroécologie et de sa définition se pose, l'enjeu aujourd'hui concerne sa mise en œuvre. L'enjeu vis-à-vis de la transition agroécologique ne répond plus uniquement à la question de pourquoi elle est essentielle mais aussi au comment elle peut être mise en œuvre et spécifiquement pour l'enseignement agricole, comment « Enseigner à produire autrement ? »

Bien que ce travail se soit limité à une ressource MYMYX, des questions se posent : l'accès à des ressources, l'accompagnement et ses modalités, l'identification des changements identitaires, de compétences, de métier pour enseigner à produire autrement, etc.

Ce travail montre également l'intérêt de croiser deux champs disciplinaires afin de comprendre le double enjeu qu'induit une transition agroécologique au niveau de l'accompagnement de ces acteurs et de la transition pédagogique qu'elle implique.

*« Je voudrais que chacune et chacun retiennent ce dernier vers :
Cela dit, je porte en moi tous les rêves du monde.*

*Lorsque je viens dans un lieu de savoir et de connaissance comme l'Université,
c'est parce que je décide de porter le préjugé que cela concerne chacun et chacune
d'entre vous.*

*Et je mise sur ce que l'addition, l'entrelacement même de ces rêves, de vos intelligences
et de vos énergies, peuvent apporter au besoin d'un monde qui craque. »*

Christiane Taubira

Conférence à l'occasion de la rentrée solennelle de l'Université de Poitiers 2017

Bibliographie

- Alarcon, Lucie. 2008. « « Maintenant, Faut Presque Être Ingénieur Pour Être Agriculteur ». Choix et Usages Des Formations Professionnelles Agricoles Dans Deux Familles d'agriculteurs ». *Review of Agricultural and Environmental Studies - Revue d'Etudes En Agriculture et Environnement (RAEStud)*. 2008. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.207800>.
- Auricoste, Caroline C., Marianne M. Cerf, Thierry Doré, et Paul Olry. 2013. « Accompagner le changement de pratiques des conseillers agricoles en mobilisant un dispositif de conception-évaluation de formation : l'exemple de la formation conseiller demain en agronomie ». *Agronomie, Environnement et Sociétés* 3 (2): 93-100.
- Bedini, Stefano, Luciano Avio, Cristina Sbrana, Alessandra Turrini, Paola Migliorini, Concetta Vazzana, et Manuela Giovannetti. 2013. « Mycorrhizal activity and diversity in a long-term organic Mediterranean agroecosystem », *Biol Fertil Soils*, , n° 49: 781-90. <https://doi.org/10.1007/s00374-012-0770-6>.
- Chave, Marie, Valérie Angeon, Raphaël Paut, Robin Collombet, et Marc Tchamitchian. 2019. « Codesigning biodiversity-based agrosystems promotes alternatives to mycorrhizal inoculants », *Agronomy for sustainable development*, , 39-48.
- Chrétien, Fanny. 2016. « Guide méthodologique - Pour l'usage, la diffusion ou la conception de ressources pédagogiques. Destinées à l'enseignement technique agricole dans une perspective d'apprendre à produire autrement ». Guide méthodologique. https://chlorofil.fr/fileadmin/user_upload/eapa/ressources/epa-guide-methodoOct2016.pdf.
- . 2019. « L'usage didactique de ressources pour enseigner une protection des cultures économe en pesticides ». In . Longueuil, Québec.
- Coquil, X, J.M Lusson, M Cerf, JY Pailleux, et M Mirabeal-Cano. 2018. « Accompagner les transformations du travail des agriculteurs, animateurs, enseignants et chercheurs dans le cadre de la transition agroécologique : le projet de recherche action TRANSÆ », 24e sRencontres Recherches Ruminants, , 270-73.
- Coquil, Xavier, Marianne Cerf, Caroline Auricoste, Alexandre Joannon, Flore Barcellini, Patrice Cayre, Marie Chizallet, et al. 2018. « Questioning the Work of Farmers, Advisors, Teachers and Researchers in Agro-Ecological Transition. A Review ». *Agronomy for Sustainable Development* 38 (5): 47. <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0524-4>.
- Coudel, Emilie, Helene Rey-Valette, Jean-Philippe Tonneau, et Eduardo Chia. 2008. « Analyse a posteriori d'une université paysanne au Brésil : quels éléments pour l'insertion territoriale des acteurs ? » In , 14 p. <https://hal.inrae.fr/hal-02818348>.
- Doré, Thierry, et Stéphane Bellon. 2019. *Les mondes de l'agroécologie*. Quae.
- « Enseigner et apprendre l'agroécologie ». 2018. Agreenium. 9 octobre 2018. <https://www.agreenium.fr/page/enseigner-et-apprendre-lagro-ecologie>.
- Fortin, J.André, Christian Plenchette, et Yves Piché. 2016. *Les mycorhizes : L'essor de la nouvelle révolution verte*. Quae.

- Gaborieau, Isabelle. 2019. « « Enseigner à produire autrement » en baccalauréat professionnel, entre empêchements et puissance d’agir Le cas du baccalauréat professionnel CGEA (Conduite et gestion de l’entreprise agricole) dans le cadre du Projet agroécologique pour la France ». Dijon: Bourgogne Franche-Comté. <https://pollen.chlorofil.fr/wp-content/uploads/2020/03/Th%C3%A8se-Isabelle-Gaborieau.pdf>.
- Gaborieau, Isabelle, et Patrick Mayen. 2018. « Étude comparée de deux pratiques enseignantes dans le cadre de l’accompagnement de la Transition agro-écologique ». *Educations* 2 (1). <https://doi.org/10.21494/ISTE.OP.2019.0365>.
- Gianinazzi, Silvio, Armelle Gollotte, Marie-Noëlle Binet, Diederick van Tuinen, Dirk Redecker, et Daniel Wipf. 2010. « Agroecology: the key role of arbuscular mycorrhizas in ecosystem services », 519-30. <https://doi.org/10.1007/s00572-010-0333-3>.
- Giraud, Christophe, et Jacques Rémy. 2015. « Être ou ne pas être agriculteur. Capital scolaire et devenir socioprofessionnel des fils d’agriculteurs ». In *L’agriculture en famille : travailler, réinventer, transmettre*, édité par P. Gasselin, J.-P. Choisis, S. Petit, F. Purseigle, et S. Zasser, 305. EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/978-2-7598-1192-2.c017>.
- Guerrier, Diaz, Bariou, Poulet, et Olivier. 2017. « Transition agroécologique, transition pédagogique ? » In . JRSS Lyon. <https://www.sfer.asso.fr/source/jrss2017/jrss2017-article-guerrier.pdf>.
- Hatchuel, Armand, et Benoit Weil. 2008. « C-K Design Theory: An Advanced Formulation ». *Research in Engineering Design* 19 (4): 181. <https://doi.org/10.1007/s00163-008-0043-4>.
- Hazard, Laurent, Marie-Benoît Magrini, et Guillaume Martin. 2017. « Transition agroécologique ». dicoAE - Dictionnaire d’agroécologie « Transition agroécologique ». 2017. <https://dicoagroecologie.fr/encyclopedie/transition-agroecologique/>.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. 2019. « Special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. » <https://www.ipcc.ch/srccl/chapter/summary-for-policymakers/>.
- LOI n° 2014-1170 du 13 octobre 2014 d’avenir pour l’agriculture, l’alimentation et la forêt. 2014. 2014-1170. <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000029573022&categorieLien=id>.
- Louah, Line, Marjolein Visser, Sofia Baltazar, et Vincent Delobel. 2015. « Changements de postures du chercheur, de l’agriculteur et de l’enseignant pour l’innovation agroécologique paysanne ». *Pour* N° 226 (2): 5-10.
- Magne, Marie-Angéline, Loic Braida, Roger Brouet, Philippe Cousinié, Claire Durox, Jean-Luc Toullec, Béatrice Dégrange, et al. 2019. « Guide par et pour les référents Enseigner à produire autrement ». https://chlorofil.fr/fileadmin/user_upload/epa2/retour-de-terrain/epa-referents-guide-062020.pdf.
- Masdonati, Jonas, et Tania Zittoun. 2012. « Les transitions professionnelles: Processus psychosociaux et implications pour le conseil en orientation ». *L’orientation scolaire et professionnelle*, n° 41/2 (juin). <https://doi.org/10.4000/osp.3776>.
- Mayen, Patrick. 2013. « Apprendre à produire autrement : quelques conséquences pour former à produire autrement ». *Pour* N° 219 (3): 247-70.
- . 2014. « Apprendre à travailler avec le vivant ». Toulouse.

- . 2016. « Connaître et penser, le défi d'intelligence des pratiques agro-écologiques », *Agronomie, Environnement & Sociétés*, n° 6: 167-75.
- Meynard, Jean-Marc. 2018. « Enseigner et apprendre l'agroécologie Quels sont les enjeux pour la formation? » Toulouse-Auzeville, campus des sciences vertes, ENSFEA, octobre 4. <https://www.agreenium.fr/page/enseigner-et-apprendre-lagro-ecologie>.
- Ministère de l'Agriculture de l'agroalimentaire et de la forêt. 2013. « La loi d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt - Un nouvel élan pour notre agriculture ». [file:///C:/Users/jehan/Downloads/LoiAvenir_cle8e43b9%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/jehan/Downloads/LoiAvenir_cle8e43b9%20(2).pdf).
- Ministère de l'Agriculture et de l'alimentation. 2016. « Former les agriculteurs ». 2016. <https://agriculture.gouv.fr/former-les-agriculteurs>.
- . 2020a. « Enseigner à produire autrement, pour les transitions et l'agro-écologie ». https://chlorofil.fr/fileadmin/user_upload/epa2/epa2-plaquette012020.pdf.
- . 2020b. « Enseigner à produire autrement, pour les transitions et l'agroécologie ».
- . 2020c. « Portrait de l'enseignement agricole - Edition 2020 ». <https://agriculture.gouv.fr/portrait-de-lenseignement-agricole-edition-2020>.
- Murillo, Audrey, Gwénaél Lefeuvre, Hélène Veyrac, et Isabelle Fabre. 2013. « Comment un outil devient instrument d'enseignement ? » In *Congrès International Actualité de la Recherche en Education et en Formation (AREF) 2013*. Montpellier, France. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01569646>.
- Nelson Morgado-Ferreira, Mélanie. 2018. « Les conceptions des élèves et l'enseignement des pratiques de travail du sol par un jeu sérieux ». Mémoire. Ecole Nationale Supérieure de Formation de l'Enseignement Agricole.
- Pignal, Anne Claire, Véronique Lucas, Adrien Boulet, Lore Blondel, Pierre Gasselini, et Roberto Cittadini. 2019. « CAP VERT - Comprendre, vivre et accompagner la transition agroécologique en collectif ». *Innovations Agronomiques*, n° 71: 165-80. <https://doi.org/10.15454/a81s0q>.
- Ploeg, Jan Douwe van der. 2014. *Les paysans du XXie siècle Mouvements de repaysannisation dans l'Europe d'aujourd'hui*. Fondation Charles Léopold Mayer.
- Rabardel, Pierre. 1995a. *Les hommes et les technologies; approche cognitive des instruments contemporains*. Armand Colin. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01017462>.
- . 1995b. « Qu'est-ce qu'un instrument ? », *Les dossiers de l'ingénierie éducative*, 61-65.
- Simonneaux, Jean. 2018. « Didactique et transition agroécologique : questions, enjeux, obstacles et pistes ». Toulouse-Auzeville, campus des sciences vertes, ENSFEA, octobre 4. <https://www.agreenium.fr/page/enseigner-et-apprendre-lagro-ecologie>.
- Simonneaux, Laurence, et Nadia Cancian. 2013. « Enseigner pour produire autrement : l'exemple de la réduction des pesticides ». *Pour N° 219 (3)*: 115-29.
- Stassart, Pierre M., Philippe Baret, Jean-Claude Grégoire, Thierry Hance, Marc Mormont, Dirk Reheul, Didier Stilmant, Gaëtan Vanloqueren, et Marjolein Visser. 2012. *Chapitre 1. L'agroécologie : trajectoire et potentiel. Pour une transition vers des systèmes alimentaires durables. Agroécologie. Éducagri éditions*. <https://www.cairn.info/agroecologie--9782844448767-page-25.htm>.
- Stassart, Pierre M, Philippe Barret, Jean-Claude Grégoire, Thierry Hance, Marc Mormont, Dirk Reheul, Didier Stilmant, Gaetan Vanloqueren, et Marjolein Visser. 2012.

« L'agroécologie : trajectoire et potentiel Pour une transition vers des systèmes alimentaires durables », 25-51.

- Sutherland, Lee-Ann, Rob J. F. Burton, Julie Ingram, Kirsty Blackstock, Bill Slee, et Nick Gotts. 2012. « Triggering Change: Towards a Conceptualisation of Major Change Processes in Farm Decision-Making ». *Journal of Environmental Management* 104 (août): 142-51. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.03.013>.
- Tricot, André. 2019. « Innover en pédagogie : créer ou concevoir? » Prépa des INP Toulouse, juin 5. https://www.youtube.com/watch?v=inJ6_koatZk&t=3936s.
- Tricot, André, Fabienne Plécat-Soutjis, Jean-François Camps, Alban Amiel, Gladys Lutz, et Agnès Morcillo. 2003. « Utilité, utilisabilité, acceptabilité: interpréter les relations entre trois dimensions de l'évaluation des EIAH », 391-402.
- Visser, Marjolein. 2018. « Enseigner et apprendre l'agroécologie. L'enseignement de l'agroécologie ailleurs ». Toulouse-Auzeville, campus des sciences vertes, ENSFEA, octobre 4. <https://www.agreenium.fr/page/enseigner-et-apprendre-lagro-ecologie>.
- Wezel, A., S. Bellon, T. Doré, C. Francis, D. Vallod, et C. David. 2009. « Agroecology as a Science, a Movement and a Practice. A Review ». *Agronomy for Sustainable Development* 29 (4): 503-15. <https://doi.org/10.1051/agro/2009004>.
- Zakeossian, Dikran, Bertrand Oudin, Marie Mallebay, Anne Desgree, Jean-Phillipe Housse, et avier Poux. 2018. « Mobilisation des filières agricoles en faveur de la transition agro-écologique. Etat des lieux et perspectives ». Epices, AScA, Blézat Consulting, étude financée par le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation (MAA) et FranceAgriMer (FAM). <http://agriculture.gouv.fr/telecharger/90119?token=549d3103699a91d5befd2c94f70f15ec>.

ANNEXES