



Master 2

« Métiers de l'Enseignement, de l'Education et de la Formation »

Mention du master MEEF : Encadrement Educatif ou Enseignant du
Second Degré

Mémoire

Les conceptions des élèves et l'enseignement des pratiques de travail du sol par un jeu sérieux

Mélanie NELSON MORGADO-FERREIRA

Jury :

Hélène VEYRAC, Maître de conférences en Didactique des Savoirs professionnels,
ENSFEA : Co-directrice de mémoire

Alexandra MAGRO, Professeur de l'Enseignement Supérieur Agricole, ENSFEA :
Co-directrice de mémoire

Laurent BEDOUSSAC, Maître de conférences en agronomie, ENSFEA : Examineur

Mai 2018



Sommaire

Introduction	2
1. Contexte agronomique de l'étude	4
1.1 Les controverses liées au travail du sol	4
1.1.1 Les différentes techniques de travail du sol	4
1.1.2 La prise de conscience : l'érosion des sols	6
1.1.3 L'impact du travail du sol sur la composante biologique des sols	8
1.1.4 Cas des champignons mycorhiziens	9
1.2 L'évolution des pratiques de travail du sol en France	10
2. Apports des sciences humaines et sociales	13
2.1 Apport de la sociologie sur les pratiques de travail du sol	13
2.2 Enseignement des pratiques de travail du sol : une Question Socialement Vive	14
2.2.1 L'enseignement agricole et l'«enseigner à produire autrement»	14
2.2.2 Cas du référentiel de diplôme du Bac Professionnel Conduite et Gestion des Entreprises Agricoles	15
2.2.3 L'enseignement du travail du sol : Une QSV ?	16
2.2.4 Quelques dispositifs d'apprentissage	18
2.3 La théorie de l'engagement	19
3. Problématique et hypothèses	21
3.1 Problématique	21
3.2 Hypothèses	22
4. Investigation de terrain	23
4.1 Recueil de données	23
4.1.1 Contexte du dispositif	23
4.1.2 Le dispositif testé et observé : MYMYX	24
4.1.3 Les entretiens d'explicitation	27
4.2 Traitement des données	30
4.2.1 Analyse générale du dispositif	30
4.2.2 Hypothèse 1 : Influence des conceptions des élèves sur la situation d'apprentissage	31
4.2.3 Hypothèse 2 : Influence du dispositif sur les conceptions des élèves	41
5. Discussion et perspectives d'exploitation professionnelles	46
5.1 Discussion des résultats	46
5.2 Perspectives d'exploitation professionnelles	47
Conclusion	50
Références bibliographiques	52

Introduction

L'agriculture est en pleine mutation. Les récents scandales sanitaires, le réchauffement climatique, les attentes sociétales de plus en plus fortes incitent le monde agricole à opérer des changements.

Au même titre que l'usage de pesticides et d'engrais, les pratiques de travail du sol sont aujourd'hui controversées. Il a été démontré que certaines de ces pratiques influent sur la qualité et la viabilité de la ressource sol. L'impact agro-environnemental des techniques de travail du sol traditionnelles, notamment le labour, est très important : érosion des sols et perte de la couche arable fertile, pollution des nappes et cours d'eaux, parcelles rendues impraticables à cause des rigoles et crevasses de l'érosion et perte de la biodiversité des sols.

Néanmoins, la question du travail des sols et du labour est complexe et alimente les débats. Certains optent pour le non-labour par conviction afin de préserver leur sol. D'autres, pour des raisons économiques et de gain de temps, ne passent plus la charrue. Cependant, scientifiques et agriculteurs s'interrogent sur les conséquences de l'arrêt du labour sur les stocks semenciers d'adventices dans les sols mais aussi sur la productivité des systèmes sans labour.

Au vu de ces nombreuses controverses, l'enseignement du travail du sol n'est pas simple. D'une part parce que les savoirs sont en constante évolution. D'autre part, parce que les élèves sont porteurs de conceptions très ancrées issues du monde professionnel agricole.

Comment les enseignants peuvent-ils aborder cette question socialement vive tout en engageant les élèves dans la transition agroécologique ?

L'objet de ce mémoire est d'observer une situation d'apprentissage incluant le dispositif Mymyx. Ce dispositif met l'accent sur un aspect essentiel de la biodiversité des sols : les mycorhizes. L'objectif est de présenter ces symbioses, les intérêts qu'elles présentent pour les cultures et les moyens de les favoriser.

Une approche présentant à la fois un exemple des services fournis par la biodiversité et l'impact des pratiques de travail du sol pourrait-elle sensibiliser les élèves à l'importance de raisonner celles-ci ? Connaître les bénéfices qu'ils peuvent tirer de la préservation de cette biodiversité permettra-t-il d'engager un raisonnement sur leurs pratiques de travail du sol ?

Nous faisons l'hypothèse que les conceptions des élèves sur le thème du travail du sol influenceront sur cette situation d'apprentissage.

Nous faisons la seconde hypothèse que cette situation d'apprentissage mettant en valeur un exemple des services fournis par la biodiversité des sols, et l'impact des pratiques du travail du sol sur cette biodiversité peut engager les élèves dans un raisonnement sur leurs pratiques de travail du sol et donc influencer sur leurs conceptions initiales.

Une première partie dressera le contexte agronomique de cette étude. La seconde partie apportera l'éclairage des sciences humaines et sociales sur le sujet du travail du sol.

L'investigation de terrain à travers la vidéo de la séance, les entretiens d'explicitation ainsi que les résultats aux différents quiz des élèves permettront de valider ou d'invalidier nos hypothèses.

Enfin une dernière partie permettra de discuter les résultats et d'ouvrir le sujet sur des perspectives d'exploitation professionnelle.

1. Contexte agronomique de l'étude

Dans un contexte de révision des référentiels des diplômes agricoles, les enseignants d'agronomie sont impliqués au plus haut point dans la transmission des savoirs agroécologiques. Au cœur de leur enseignement : la préservation des ressources et la prise en compte des différentes composantes de l'agroécosystème. La préservation de la ressource sol et de sa composante biologique sont par exemple des thèmes abordés.

Le sol, ressource longtemps oubliée a été mis à l'honneur en 2015. La FAO, désireuse de sensibiliser les populations à la préservation des sols, a fait de l'année 2015 : « *l'Année internationale des sols : Des sols sains pour une vie saine* ». L'enjeu est élevé puisque « le taux actuel de dégradation des sols menace notre capacité de répondre aux besoins des générations futures » (FAO, 2014).

Or dans l'itinéraire technique cultural, le travail du sol est certainement l'étape qui impacte le plus cette ressource.

Quelles sont ces pratiques de travail du sol et pour quelles raisons sont-elles aujourd'hui remises en cause ?

1.1 Les controverses liées au travail du sol

Avant d'aborder les raisons qui poussent agronomes et agriculteurs à remettre en question les pratiques traditionnelles du travail du sol, nous décrirons succinctement les différentes pratiques et les systèmes associés.

1.1.1 Les différentes techniques de travail du sol¹

De façon générale, la préparation du sol consiste à réaliser une à plusieurs opérations choisies dans un ensemble de techniques classées. Ces [opérations de travail du sol](#) sont généralement classées selon la profondeur d'action des outils.

On distingue ainsi 3 grandes catégories :

- **Le travail très profond ou le sous-solage** correspond à des opérations affectant les horizons de sols situés sous la couche arable. Ce sont des couches profondes rarement travaillées (profondeur de l'ordre de 60 cm et plus). Cette opération est réalisée dans le but d'améliorer la croissance des racines en profondeur et de favoriser le drainage de l'eau.

- **Le travail profond** correspond à des opérations qui affectent l'ensemble de la couche travaillée sur une épaisseur de quelques dizaines de centimètres. Cette opération permet d'enfouir des résidus de récolte, des amendements, de détruire les adventices et les repousses, et d'améliorer l'état structural de l'horizon travaillé. Le labour est l'opération emblématique du travail profond caractérisée par un retournement de l'horizon travaillé. Le retournement de la terre accroît la porosité et fragmente les volumes de sols tassés. Le labour expose également

¹ (Heddadj et al, 2008)

une plus grande surface de sol à l'action des agents climatiques (gel, alternance de périodes de dessiccation et d'humidification) ce qui favorise la fissuration des mottes compactes. Il permet d'ameublir le sol (Doré, 2006). En Europe l'outil principal du labour est la charrue à versoirs. De toutes les pratiques de travail du sol, le labour est l'une des actions qui exerce l'impact le plus important. En effet de par l'importance du volume de terre retourné, et de par le bouleversement de l'horizon de surface il a un effet crucial sur les composantes physiques, chimiques et biologiques du sol (Labreuche et al 2014).

Le pseudo labour est également une opération de travail profond du sol mais sans retournement des horizons.

Le décompactage est une opération qui vise à fragmenter les zones compactes de la couche arable.

-**Le travail superficiel** correspond à des opérations affectant les 15 premiers centimètres du sol. Bien que les objectifs du travail superficiel soient très variés, il est souvent réalisé pour détruire les adventices et les repousses (via le déchaumage, le binage...) et pour favoriser l'humification des matières organiques. Les opérations superficielles permettent également de niveler le sol et de préparer le lit de semence. Le nivellement et l'affinage des horizons de surface favorisent le contact graine-sol, facilitant la germination. Le déchaumage est souvent utilisé dans la lutte contre les adventices en combinaison avec la technique du faux semis.

Associés à ces opérations culturales on définit généralement des **systèmes de travail du sol** suivants :

-**Les systèmes avec labour sont les systèmes dits « conventionnels »** qui font référence à l'itinéraire technique le plus couramment pratiqué. Au labour sont adossées d'autres opérations plus superficielles en vue de préparer le lit de semence. Généralement un itinéraire technique de travail du sol incluant le labour comprend les étapes suivantes :

Moisson	Déchaumage (Déchaumeur à disques ou à dents)	Labour à 25 cm de profondeur (charrue)	Reprise de labour (cultivateur lourd+rouleau)	Préparation du lit de semence (combiné)	Semis (herse rotative + semoir)
---------	---	--	---	---	---------------------------------



-**Les systèmes en Techniques Culturales Simplifiées (TCS).** Ces systèmes regroupent un nombre important d'opérations superficielles qui ont pour dénominateur commun le non retournement du sol. Le but est de limiter au maximum les perturbations verticales du sol et de permettre une couverture du sol par les résidus végétaux sur au moins 30% de la surface après le semis (Labreuche et al 2007).



Figure 1 Semis direct de blé sous un couvert multi-espèces (F. THOMAS)

-Les systèmes en Semis Direct (SD). Le semis direct est une technique d'implantation des cultures où le travail du sol est localisé sur la ligne de semis par les organes du semoir. Il se définit par une absence des opérations de retournement, de décompactage, et de préparation du lit de semence.

Le Semis Direct sous Couverture Végétale (SDCV) associe le non travail du sol et la mise en place de la couverture du sol. C'est la forme la plus aboutie de l'agriculture de conservation (Solagro, 2013). Le semis de la culture est effectué dans des couverts détruits ou sous une couverture vivante (couvert végétal permanent).

Labreuche et ses collaborateurs dans leur synthèse « Faut-il travailler le sol » (2014) apportent un éclairage nouveau sur le sujet. Il ressort que les trois types de systèmes décrits ci-dessus tendent à se complexifier. Aujourd'hui, il existe une multitude de combinaisons possibles entre les différentes techniques de travail du sol. Ainsi les systèmes sans labour n'ont parfois en commun que l'absence de retournement du sol mais diffèrent par la profondeur de travail du sol, par le type d'outil, par la zone travaillée et l'ancienneté de l'abandon du labour

Aujourd'hui les systèmes de travail du sol dits conventionnels incluant le labour sont remis en question. Les paragraphes suivants expliquent les raisons de ce questionnement.

1.1.2 La prise de conscience : l'érosion des sols

De façon naturelle, les sols sont soumis à l'érosion, sous l'effet de l'eau et du vent. L'érosion entraîne un amincissement de la couche arable et une altération de ses fonctions puis la disparition du sol lui-même. Comme l'explique le rapport sur l'état des sols de France (GIS, 2011) dans de nombreux cas, les pertes en sol provoquées par l'érosion sont supérieures aux volumes de sol formés par l'altération naturelle des roches.

En effet, le sol qui s'étend de la roche altérée à la surface est le résultat de processus longs : l'altération de la roche mère puis l'enrichissement du sol par les matières organiques végétales et animales et enfin le jeu des migrations et accumulation. Le temps de formation du sol résulte d'une évolution sur plusieurs millénaires voire plusieurs dizaines de millénaires (Bruand, 2009). Ainsi à l'échelle de temps d'une vie humaine, le sol est une ressource non renouvelable.

Ce constat prend tout son sens lorsque l'on sait que les sols sont en danger à cause d'une érosion naturelle, grandement amplifiée par des opérations culturales.

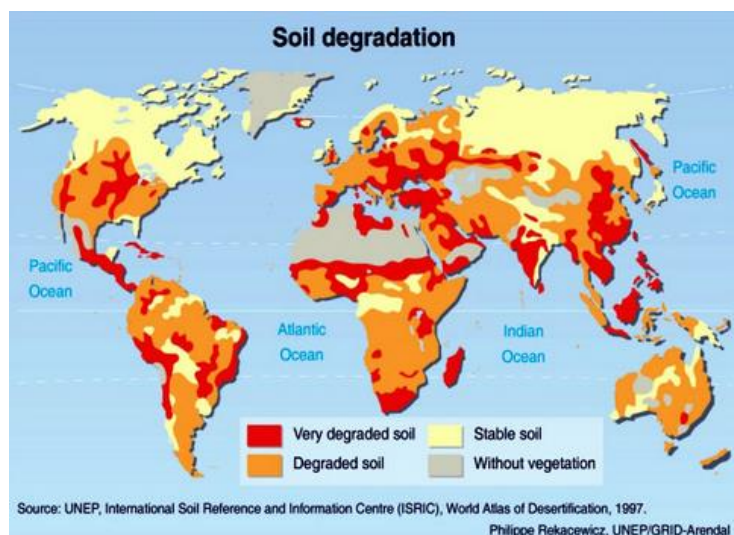
Le début d'une controverse

La prise de conscience au niveau mondial a été amorcée lorsque l'érosion des sols est devenue un problème environnemental ayant des répercussions économiques pour les agriculteurs et la communauté.

En 1930, dans les plaines centrales des Etats Unis, les « Dust bowl », tempêtes de vents violents et la sécheresse provoquées par les pratiques culturales de l'époque, ont poussé les agriculteurs à remettre en question leurs pratiques de travail du sol (Steinbeck, 1939). En effet, l'alternance entre labour et jachères nues laissait la part belle aux sols nus. Ces sols nus n'offrant plus de résistance aux vents violents et à la sécheresse, les agriculteurs ont assisté impuissants à la destruction de leur sol et de leurs parcelles. Ce phénomène a eu le mérite d'inciter les agriculteurs américains à faire évoluer leurs pratiques. C'est ainsi qu'ont été mises en place les techniques d'implantation en semis direct sous couvert et l'abandon du labour.

Un bref état des lieux

Malheureusement la dégradation des sols s'est accrue depuis les années 1930.



A l'échelle mondiale, en 1991 on estimait que 750 millions d'hectares étaient touchés par l'érosion hydrique et 280 millions par l'érosion éolienne (Stengel et al, 2009).

En Europe selon l'Agence européenne pour l'environnement ce sont 12 % des sols (soit 115 millions ha) qui sont soumis à l'érosion hydrique et 42 millions d'ha qui subissent une érosion

éolienne (chiffres de 2011). Reisner (2007) fait mention de 5.2 % de terre arable en Europe subissant une érosion supérieure à 5t/ha/an. La Commission européenne, elle, évalue à environ 17% la surface du territoire concernée par les problèmes d'érosion (IFEN, 2006).

En France, un premier bilan exhaustif de l'état des sols en France estime à près de 18% les sols présentant un risque d'érosion (hydrique essentiellement) moyen à fort (INRA Orléans). Dans pratiquement la moitié des régions plus de 20% de la surface subit une érosion supérieure à 2t/ha/an. Sont principalement concernées les régions de grandes cultures intensives : le Centre, la Haute-Normandie, l'Ile-de-France, le Nord-Pas-de-Calais, la Picardie, ainsi que la région Midi Pyrénées et les zones où l'élevage est intensif, Basse-Normandie, Bretagne et Pays de la Loire (Chiffres du Ministère du développement durable, 2014).

Les conséquences de cette érosion

L'érosion est une perte directe du sol. A l'échelle de la parcelle, la perte de la couche arable, riche en nutriments, entraîne des problèmes de fertilité pour les cultures suivantes. Le travail du sol, tel qu'il est pratiqué aujourd'hui et combiné à l'érosion hydrique peut entraîner des

pertes de sol sur une profondeur allant jusqu' à 2m dans le haut des pentes et des diminutions de rendement allant jusqu'à 40% dans le maïs (Ritter, 2012).

Sous l'effet des pluies, des rigoles et des ravines se forment, créant une gêne pour le passage des engins agricoles. La terre entraînée peut aussi recouvrir les cultures situées en aval des pentes.

A l'échelle de l'exploitation et du territoire, les conséquences environnementales de l'érosion peuvent être des coulées de boues allant même jusqu'à détruire des infrastructures et habitations.

La qualité des cours d'eau est elle aussi impactée, de par les coulées de boues qui induisent une turbidité de l'eau et une pollution par les nitrates, phosphates et pesticides (Stengel et al, 2009).

Outre la dégradation physique des sols, l'impact de certaines pratiques de travail du sol sur les organismes édaphiques est lui aussi important.

1.1.3 L'impact du travail du sol sur la composante biologique des sols

Effet sur les stocks semenciers d'adventices

Les effets du travail du sol sur les adventices sont controversés. Par exemple, la compréhension des conséquences de l'abandon du labour sur les stocks d'adventices et la régulation des maladies reste encore incomplète (Labreuche et al 2014). La flore adventice évolue différemment dans les systèmes sans labour, on observe davantage d'espèces pérennes et de graminées.

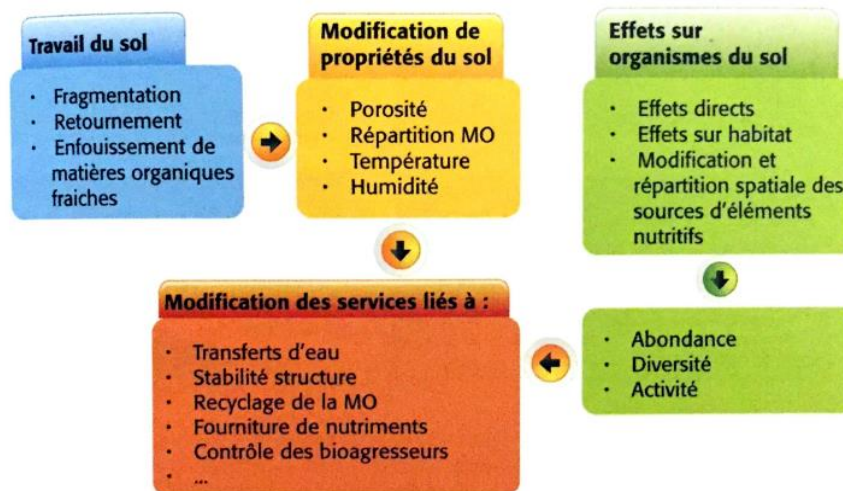
Effets sur les organismes vivants

Le sol constitue l'un des écosystèmes les plus complexes et diversifiés sur Terre. La densité d'espèces présente dans le sol est la plus élevée que l'on puisse retrouver dans la nature. On estime que les sols hébergent environ 25% des 1.5 millions d'espèces vivantes décrites à ce jour (Decaëns et al 2006). Dans le sol vivent des milliards de bactéries, champignons et arthropodes. Un seul gramme de sol peut contenir des millions d'individus et plusieurs milliers de bactéries (FAO, 2015).

Ces organismes remplissent des fonctions essentielles dans le sol telles que : la dégradation des polluants, l'amélioration de la structure du sol, la mise à disposition d'éléments nutritifs pour les végétaux, la décomposition de la matière organique, les échanges de gaz et la séquestration du carbone, les relations symbiotiques avec les plantes et leurs racines. Ces fonctions assurées par les sols ont été reconnues dans le Millenium Ecosystem Assessment (MEA, 2005) comme services écosystémiques fournis. On dénombre 18 services écosystémiques de 4 types assurés par les sols : services de soutien, d'approvisionnement, de régulation et culturel.

Effets sur la macrofaune

En revanche, les effets du travail du sol sur la macrofaune sont mieux connus. Parce qu'il modifie les conditions abiotiques et leur habitat (la structure du sol, l'humidité présente, la température et la répartition de la matière organique), le travail du sol affecte le développement et la survie de ces organismes. De façon directe, les individus de la macrofaune



peuvent être blessés par les outils de travail, ou davantage exposés à la prédation parce qu'ils se retrouvent à la surface (Doré, 2006).

Figure 2: Schéma conceptuel des effets du travail du sol sur les organismes vivants du sol, les fonctions et services écosystémiques (Bouthier et al 2014)

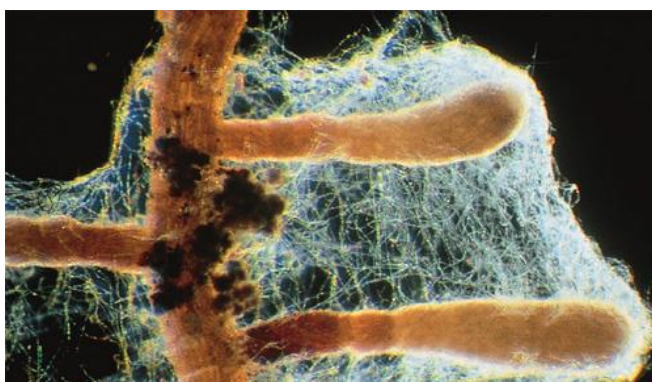
Effets sur la microfaune et la microflore

De nombreuses études montrent que les populations présentes dans le sol sont affectées différemment. Ainsi des espèces bactériennes se développent davantage dans un sol travaillé, et les populations fongiques sont favorisées lorsque le travail du sol est limité (Labreuche, 2007).

Le travail du sol a un effet important sur les populations mycorhiziennes. Les champignons mycorhiziens sont au cœur du dispositif que nous allons expérimenter dans le cadre de cette étude. C'est pour cette raison que dans la partie suivante nous apportons des éléments de connaissance sur ce sujet.

1.1.4 Cas des champignons mycorhiziens

Éléments de définition



Le mot mycorhize, d'origine gréco-latine signifie champignon-racine. Les mycorhizes sont l'association entre les racines d'une plante et les champignons du sol. Il s'agit d'une symbiose végétale. Le principe de cette symbiose est le suivant : la plante fournit des composés carbonés issus de la photosynthèse au champignon. En retour, le champignon

fournit à la plante des éléments minéraux et de l'eau.

Une grande majorité des plantes terrestres vivent en symbiose mycorhizienne. Ce phénomène se retrouve dans tous les types de sols et sous tous les climats. Seules quelques familles végétales ne forment pas cette association, c'est le cas des crucifères et des chénopodiacées.

Rôle dans les écosystèmes

Les champignons mycorhiziens jouent un rôle déterminant dans les écosystèmes.

D'une part, ils fournissent aux plantes la nutrition minérale dont elles ont besoin et facilitent leur alimentation en eau. Grâce à son réseau mycélien important, le champignon peut accéder à des éléments nutritifs et à l'eau là où la rhizosphère de la plante ne parvient pas (Jochems-Tanguay, 2014). Le cas du Phosphore illustre bien l'importance des mycorhizes pour les plantes. Le phosphore est un élément nutritif peu mobile dans le sol et donc difficilement disponible pour les plantes. La colonisation du sol par les champignons mycorhiziens permettent aux plantes d'accéder à des réserves de phosphore.

D'autre part, le réseau mycélien créé joue un rôle dans l'agrégation du sol (maintien des agrégats par les hyphes des champignons), la protection contre les pathogènes et la résistance aux stress climatiques.

Outre le travail du sol, les champignons mycorhiziens sont menacés par nombre de pratiques agricoles actuelles : la sur fertilisation (particulièrement des engrais minéraux phosphatés), la monoculture, l'usage de pesticides (notamment les fongicides) (Fortin et al 2015).

Travail du sol et champignons mycorhiziens

Le travail du sol est un facteur de stress important pour les champignons mycorhiziens.

La préparation du lit de semence modifie la répartition des champignons dans les différents horizons du sol. Le labour, par son mécanisme de retournement du sol, enfouit les spores des champignons en profondeur. Les spores enfouies sont difficilement accessibles pour les plantes à enracinement superficiel. En revanche, les propagules qui se retrouvent à la surface du sol sont soumises à des températures élevées ou à la prédation (Doré, 2006).

L'érosion, la perte de la fertilité de leur sol, l'impact sur la composante biologique du sol ont conduit certains agriculteurs à repenser leur système de travail du sol.

1.2 L'évolution des pratiques de travail du sol en France

Les techniques culturales simplifiées et les techniques de semis direct ont été conçues aux Etats Unis, suite à la catastrophe écologique des Dustbowl dans les années 1970. Le Brésil à travers de nombreuses collaborations a également joué un rôle important dans le développement de ces techniques. Ainsi de nombreux outils utiles aux semis direct ont été créés au Brésil (Goulet et Vinck, 2012).

En France

Les techniques sans labour (TSL) ont connu un essor important en France au cours des trente dernières années.

Le rapport de l'Ademe sur les Techniques Culturelles Simplifiées, présente 7 enquêtes sur les pratiques de travail du sol. Le ministère de l'Agriculture a également conduit des enquêtes en 2006 et 2011 afin de connaître les parcelles implantées sans labour (Labreuche et al 2007).

De façon générale, le pourcentage de parcelles cultivées avec des techniques culturales sans labour est en augmentation. On estime qu'en 2011, 35% des surfaces de grande culture n'étaient plus labourées de façon systématique (Labreuche et al, 2014). Même si l'alternance entre labour et non labour reste la pratique dominante, le labour systématique est encore assez répandu.

On observe de fortes disparités régionales et par types de culture. Par exemple les régions du Sud sont celles qui labourent le moins pour l'implantation des céréales à paille. A contrario, les régions de la Bretagne, du Nord Pas de Calais, sont celles où l'on laboure le plus.

Une enquête sur les pratiques de travail du sol a été menée auprès d'agriculteurs de différents modèles d'agriculture. D'après cette enquête, les raisons qui poussent les agriculteurs biologiques à labourer sont liées à la lutte contre les adventices dans la mesure où l'usage des herbicides ne leur ait pas autorisé. Les agriculteurs en conventionnel, auraient recours au labour davantage dans une perspective d'amélioration de la structure du sol (lutte contre le tassement) (Compagnone, 2017).

L'enquête a également mis en évidence une tendance à un labour moins fréquent chez les producteurs conventionnels.

Les motivations des agriculteurs

Les enquêtes menées par l'Ademe ont recensé les principales motivations des agriculteurs conduisant à l'abandon du labour. Les principales motivations sont le gain de temps et la souplesse dans l'organisation du travail.

Ensuite viennent les raisons d'ordre économique : réduction des coûts du carburant, charges de mécanisation et coûts des pièces d'usure.

Enfin viennent les raisons d'ordre agronomique : réduction de la battance, de l'érosion, augmentation de l'activité biologique et du taux de matières organiques (Labreuche et al, 2007). Il semble également que les Techniques Sans labour tendent à se développer sur les sols argilo-calcaires, où un travail du sol profond entraîne la fabrication d'un lit de semence trop grossier, desséchant et difficile à fragmenter. Néanmoins nombre d'agriculteurs et notamment ceux qui sont en agriculture biologique restent attachés au labour, bien que non systématique, parce qu'il reste encore le moyen le plus efficace pour la gestion des adventices.

En conclusion

La profondeur de travail du sol et le retournement ou non de l'horizon permettent de classer les différentes techniques de travail du sol. Bien que l'on distingue principalement les systèmes sans labour de ceux incluant le labour, la combinaison des techniques sur une même parcelle rend complexe la caractérisation d'un système. La dichotomie entre le système labour et le système non labour tend à disparaître.

Le travail du sol profond et particulièrement le labour sont remis en question du fait de leur impact important sur la ressource fragile qu'est le sol. L'érosion hydrique accentuée par le travail du sol et l'absence de couverture végétale, l'impact sur la composante biologique des sols, les impacts environnementaux sont autant de raisons qui ont poussé la communauté scientifique et professionnelle à questionner ces pratiques.

Pour ces raisons et d'autres d'ordre économique, nombre d'agriculteurs dans le Monde et en France ont opté pour des techniques n'incluant plus le labour.

2. Apports des sciences humaines et sociales

2.1 Apport de la sociologie sur les pratiques de travail du sol

D'un point de vue agronomique, le travail du sol est souvent considéré comme un aspect central de l'itinéraire technique parce qu'il est synonyme de préparation du sol avant l'implantation d'une culture. Une bonne préparation du lit de semence est généralement associée à un meilleur développement de la culture à venir.

D'un point de vue social, les pratiques de travail du sol peuvent définir le type d'agriculture qu'un producteur défend. Le changement de ces techniques peut bouleverser l'identité professionnelle qui y est associée. La définition du type d'agriculture qu'il pratique passe par deux étapes : (1) une affirmation et un nom donné à ses pratiques qui spécifie un mode de production (ce qu'il est) et (2) une opposition aux autres modèles (ce qu'il n'est pas) (Compagnone et Pribetich, 2017).

Ainsi Compagnone et Pribetich expliquent que l'abandon du labour par des agriculteurs bouscule non seulement leurs pratiques mais également le type d'agriculture qu'ils mettent en œuvre ainsi que le genre de producteurs qu'ils sont. En l'occurrence cet abandon est aussi la remise en question d'une pratique culturellement partagée et liée à la tradition.

L'agriculture de conservation (ADC) est un type d'agriculture qui illustre bien l'importance sociale des pratiques de travail du sol. Cette agriculture repose sur 3 piliers que sont : l'abandon du labour, la couverture permanente des sols et l'allongement de la rotation. On résume souvent et de manière réductrice l'agriculture de conservation par un seul des piliers : l'abandon du labour. Or l'abandon du labour est partagé par plusieurs types d'agriculture.

Comme indiqué précédemment, l'abandon du labour peut être lié à différentes motivations. Néanmoins les producteurs qui se déclarent en agriculture de conservation s'identifient à un collectif bien particulier. Compagnone met en évidence la dimension totalisante de cette agriculture tant dans la pratique que dans les relations sociales. En effet, un producteur qui se réclame de l'agriculture de conservation, ne doit plus labourer et ne peut revenir sur ses pratiques. Le passage à l'agriculture de conservation se traduit souvent par un geste fort comme la vente de leur charrue. D'un point de vue social, le producteur en agriculture de conservation s'identifie à un groupe, renforce ses liens avec ceux qui sont dans la même démarche et se démarque de ceux qui ne le sont pas. Il est courant d'entendre venant d'un agriculteur en ADC qu'il est esseulé et que ses principaux contacts avec ses pairs se font via internet ou via les réseaux de partage de connaissance. On comprend dès lors que l'aspect entier de ce type d'agriculture conduit plus facilement à des clivages. Dans son enquête sur l'arrêt du labour, Compagnone rapporte les propos d'un des producteurs en agriculture raisonnée sur les producteurs en Conservation qu'il juge « sectaires », parce que dans des collectifs trop fermés sur eux-mêmes.

Le premier éclairage que nous apporte les sciences humaines est le suivant : le type de travail du sol contribue au rattachement d'un agriculteur à un modèle d'agriculture. L'abandon du labour ne se limite pas aux seuls partisans de l'agriculture de conservation. En revanche ce

modèle d'agriculture renvoie à une image totalisante qui peut effrayer certains agriculteurs qui n'en sont pas adeptes. Ce premier élément nous éclaire sur les conceptions que partageront peut-être certains élèves de l'enseignement agricole.

2.2 Enseignement des pratiques de travail du sol : une Question Socialement Vive

Les élèves de l'enseignement agricole professionnel sont en lien étroit avec le monde agricole, soit de par leur environnement familial (proche ou éloigné) ou de par leur immersion en milieu professionnel qui est de 8 semaines en seconde et de 12 semaines en 1^{ère} professionnelle. On peut donc supposer que les conceptions du monde agricole sur un certain nombre de sujets, dont le travail du sol, leur parviennent.

L'enseignant est à la croisée des chemins, il doit jongler entre la rénovation des référentiels, les conceptions des élèves et cette Question Socialement Vive qu'est le type de travail du sol. Veyrac et Asloum (2009) mentionne par exemple le hiatus qui existe entre l'enseignement à l'école et le monde du travail. C'est le cas notamment lorsque de nouvelles pratiques sont prônées par le développement durable mais encore peu développées par les professionnels.

Abordons l'impact de la rénovation des référentiels sur les enseignants.

2.2.1 L'enseignement agricole et l'«enseigner à produire autrement»

La transition vers l'agroécologie ne peut se faire sans une implication forte du système d'enseignement agricole. En conséquence, le plan d'action « Enseigner à produire autrement » a été lancé au printemps 2014 (en lien avec la loi d'avenir pour l'agriculture de 2014). Organisé autour de 4 axes, il vise à (1) rénover les référentiels de formation et des pratiques pédagogiques, (2) Mobiliser les exploitations agricoles et les ateliers technologiques des établissements, (3) renforcer la gouvernance régionale et à (4) former les personnels et accompagner les établissements.

Les enseignants d'agronomie sont concernés au plus haut point par la rénovation de ces référentiels. Comme l'explique Thierry Doré (2013), les programmes doivent être enrichis par (1) la compréhension des processus biologiques à différentes échelles, le fonctionnement des agroécosystèmes et (2) par la compréhension des enjeux globaux (prise en compte des différentes échelles ; de la parcelle à l'échelle mondiale). Une meilleure compréhension des interactions biotiques permet d'accompagner la « *transition vers de nouveaux systèmes de productions plus durables* » (DGER, 2014).

Une bonne illustration de cet enrichissement des référentiels est celui du Bac Professionnel Conduite et Gestion de l'Entreprise Agricole, rénové en 2017. Le dispositif testé dans le cadre de cette étude a d'ailleurs été conduit auprès d'une classe de 1^{ère} CGEA.

2.2.2 Cas du référentiel de diplôme du Bac Professionnel Conduite et Gestion des Entreprises Agricoles

Les référentiels révisés de l'enseignement agricole tiennent compte des problématiques environnementales et de l'importance de la préservation des ressources communes aux hommes. Une vision plus agroécologique est développée dans l'enseignement des diplômes agricoles.

Comme l'illustre la figure 4, dans le cas du Bac Pro CGEA, les thèmes de l'observation, de l'agroécologie et de la vie des sols sont particulièrement pris en compte.



Figure 4 : Importance des thèmes abordés dans le diplôme rénové Bac Pro CGEA

En lien avec les pratiques agricoles y compris celles du travail du sol, le référentiel précise : *L'élève doit être capable de « Réaliser des choix techniques dans le cadre d'un système de production » (Capacité C5) et être capable de « définir des actions de préservation ou d'amélioration de l'état des ressources dans un agroécosystème » (Capacité C51)* (Référentiel de certification du Bac professionnel CGEA, DGER 2017). Ainsi, les futurs chefs d'entreprise agricole doivent à la fois savoir piloter stratégiquement leur entreprise et à la fois préserver les ressources de l'agroécosystème.

Le référentiel du diplôme insiste sur l'enseignement de la gestion adaptée des sols par le raisonnement et la préservation de la ressource. Sont donc abordés par les enseignants d'agronomie, les différents modèles de travail du sol : labour, non labour, TCS, semis direct. Les clefs agronomiques sont données aux élèves afin qu'ils puissent raisonner leurs choix, dans le but d'allier performance économique et environnementale.

De leur côté, les enseignants de biologie-écologie ont un rôle complémentaire à celui des enseignants d'agronomie.

Mais l'enseignement de ces sujets peut s'avérer complexe.

2.2.3 L'enseignement du travail du sol : Une QSV ?

La définition donnée d'une QSV est la suivante :

- **elle est vive dans la société** : une telle question interpelle les pratiques sociales des acteurs scolaires et renvoie à leurs représentations sociales et à leur système de valeurs ; elle suscite des débats ; elle fait l'objet d'un traitement médiatique et la plupart des acteurs concernés en ont eu connaissance.
- **elle est vive dans les savoirs de référence** : il existe encore des débats (des « controverses ») entre spécialistes des champs disciplinaires ou entre les experts des champs professionnels. Il s'agit d'un enseignement non stabilisé.
- **elle est vive dans les savoirs scolaires** (Lipp 2014, Legardez & Simonneaux, 2006).

Le travail du sol et particulièrement la question du labour entre dans le champ des QSAE : Questions Socialement Vive AgroEnvironnementales

Cette question est vive :

- **Parce que vive dans la société.**

Comme indiqué précédemment, le type de travail du sol renvoie parfois au modèle d'agriculture qu'un agriculteur prône. La construction de cette identité passe en partie par l'opposition au modèle qu'il ne défend pas. Il ressort de ce constat, que la question du labour oppose et suscite de nombreux débats entre les partisans des différentes agricultures (voir § 2.1).

De plus, la problématique du glyphosate ravive le débat du labour. En effet, à la demande des ministres de l'Agriculture et de l'Alimentation, de la Transition écologique et de l'Enseignement Supérieur, l'INRA a remis un rapport en novembre 2017 intitulé : « Usage et alternatives au glyphosate dans l'agriculture française » (Reboud et al, 2017).

Ce rapport, qui vise à analyser les usages du glyphosate et à identifier les alternatives possibles à cet herbicide, cite le retour au labour comme l'une des solutions à envisager. Le rapport incite les agriculteurs à mobiliser plusieurs alternatives seules ou combinées dont le labour « *pour assurer la destruction par l'enfouissement de l'ensemble de la végétation. Ceci entraîne également l'enfouissement des graines d'adventices qui sont en surface, ce qui empêche leur levée au cours de la saison suivante* ».

Le rapport identifie parmi les situations de difficultés et d'impasses dans le cas du retrait de glyphosate, le cas de l'agriculture de conservation. Il y est mentionné le fait « *que cette agriculture qui restaure les sols et stocke du carbone a été construite car le glyphosate permettait cette double action de détruire les couverts d'interculture et gérer la flore vivace. Ces agriculteurs pourraient être conduits à renoncer à leur principe et à réintroduire un travail superficiel, voire parfois un labour.* »

Enfin Goulet (2012) mentionne l'investissement dans la promotion et le développement des Techniques Sans Labour par les firmes agrochimiques (distributrices d'herbicides utiles en semis direct).

- **Parce que vive dans les savoirs de référence**

En effet, les scientifiques s'interrogent encore sur les effets des différentes pratiques de travail du sol et plusieurs controverses existent.

Comme mentionné plus haut, l'effet de la modification des pratiques du travail du sol sur la composante biologique des agroécosystèmes est très controversé. D'un côté, le non labour semble favoriser une augmentation de la biodiversité dans les sols. D'un autre côté, la gestion des adventices en situation de non labour soulève quelques interrogations. En effet, les systèmes sans labour et le non retournement du sol ont tendance à favoriser certaines espèces d'adventices (Graminées et Gaillet). Cette gestion difficile des adventices pousse les agriculteurs à utiliser plus d'herbicides en TCS que dans les systèmes avec labour : +0.2 passage d'herbicide pour le blé tendre, +0.3 pour le blé dur (Mollier, 2013). La question est donc vive de savoir ce qu'il faut penser d'une agriculture qui préserve les sols mais qui utilise davantage de produits phytosanitaires controversés, dont les autorisations de mises sur le marché sont de plus en plus précaires.

- **Parce que vives dans les savoirs scolaires.**

L'enseignement de pratiques du travail du sol différentes peut entraîner des ruptures conceptuelles (façons de penser), socio épistémiques (façons de comprendre) et des pratiques (façons de faire). Comme le mentionne Metral et ses collaborateurs (2016) « *les représentations des acteurs sont susceptibles de ruptures conceptuelles vis-à-vis des modèles que le produire autrement convoque.* »

De ce fait, nombre d'élèves, fils d'agriculteurs ou non, se retrouvent confrontés à la rupture entre les enseignements de « l'école » et les pratiques observables chez les acteurs du monde agricole (exploitation familiale, exploitation de stage, intervenants en formation).

De plus, Labreuche et ses collaborateurs (2014) pointent pertinemment l'importance de ne pas « *s'enfermer dans des positions dogmatiques prônant le tout labour ou, au contraire, l'abandon systématique et définitif de cette technique, considérant que ce renoncement est l'objectif à atteindre pour l'agriculture de demain.* » Ils insistent également sur l'importance de sortir de la « *dichotomie labour versus non labour* ». En effet les pratiques du sol sont variées, elles sont diverses de par la profondeur du sol travaillée, de par le mode des actions des outils et de par les autres techniques qui peuvent y être associées

J-P. Bordes et I.Cousin dans l'ouvrage *Faut-il travailler le sol ?* (Labreuche et al, 2014) rappellent que si auparavant on catégorisait les pratiques de travail du sol en trois situations : labour, travail superficiel et semis direct, il existe aujourd'hui une multitude de combinaisons possibles. Le questionnement initial du « *pour ou contre le labour* » évolue désormais vers « *comment faire pour optimiser la technique choisie, avec ou sans labour et pour quel objectif ?* »

Ainsi, évoquer soit le non labour ou le labour aux élèves reviendrait à leur proposer deux modalités uniques, alors que tout l'intérêt de l'enseignement de l'agroécologie est de proposer

aux élèves une ouverture sur le champ des possibles et de la découverte de la méthode la plus appropriée dans leur contexte.

Le travail du sol n'est qu'une étape, parfois même optionnelle de l'itinéraire technique. Ne plus se focaliser sur cette dichotomie est aussi une façon d'appréhender le système de culture de façon plus systémique.

Cette vision impose donc aux enseignants d'aider les élèves à raisonner différemment, il ne s'agit pas simplement de comparer des techniques entre elles mais de trouver comment optimiser la technique choisie dans un certain contexte.

Ce raisonnement est en soi une rupture socio-épistémique. L'enseignant se doit d'aider l'élève à dépasser une vision manichéenne des pratiques culturelles et en l'occurrence du travail du sol.

Il y a donc des enjeux éducatifs à enseigner ce thème. D'ailleurs l'enjeu de l'approche didactique des QSV est précisé par Simonneaux et Legardez (2006) « *les élèves sont porteurs d'argumentations façonnées par les médias ou leur milieu socioculturel. Il s'agit de favoriser une prise de distance vis-à-vis de ces discours et d'aider à l'émergence d'une parole autonome et informée* ».

Puisque l'enseignement de ces thèmes s'avère ardu, la recherche en didactique, les enseignants et d'autres acteurs se sont penchés sur des dispositifs d'apprentissage visant à aider à la transmission de ces savoirs et à engager les élèves dans la transition agroécologique.

2.2.4 Quelques dispositifs d'apprentissage

Des chercheurs en sociologie du Gerdal (Groupe d'Etudes et de Recherche : Développement et Action Locales) ont montré que les changements de pratiques des agriculteurs sont surtout le fruit d'un processus de transformation de normes professionnelles et de production de connaissances issues du dialogue entre agriculteurs. Il semble que, pour les agriculteurs, le dialogue avec ses pairs soit un élément déterminant pour s'engager dans la transition agroécologique. Guerrier et ses collaborateurs (2017) ont étudié l'intérêt de favoriser le dialogue chez les élèves autour d'une **situation problème** afin de trouver ensemble les solutions possibles. Ils ont nommé le dispositif « Toutes différentes, toutes intéressantes ». Le nom du dispositif est parlant sur l'objectif poursuivi : aider les élèves à s'intéresser à la diversité des exploitations ou des façons de produire. Les enseignants souhaitaient « *amener les élèves à poser plus de questions, se poser plus de questions, à être plus curieux* ».

De leur côté, Magro et Hemptine (2011) font ressortir dans leur article l'importance de l'approche pédagogique concrète et pratique dans les disciplines scientifiques comme l'écologie. Ce constat peut s'appliquer à l'agronomie. **L'approche par la pratique** permet de rendre concret un phénomène particulier. A vrai dire, ne pas allier l'approche pratique serait comme dénaturer la science qui se veut expérimentale et concrète.

Le jeu permet également de transmettre des savoirs tout en brisant certains obstacles à l'apprentissage (Cancian 2013).

Ces différents dispositifs d'apprentissage peuvent être utilisés comme des actes qui engagent les élèves dans de nouveaux raisonnements ou de nouvelles pratiques agroécologiques. Qu'est ce qui favorise cet engagement ?

2.3 La théorie de l'engagement

Charles Kiesler en 1971 (Joule et Beauvois 2014) définit l'engagement comme le « *lien existant entre un individu et ses actes* » et plus précisément ces actes comportementaux. Il a ainsi posé les bases de la psychologie de l'engagement. De cette déclaration Joule et Beauvois (2014) déduisent 2 principes :

- « *seuls les actes nous engagent* ». Les idées, les sentiments ou notre for intérieur nous engagent moins que nos actes eux-mêmes.

- « *on peut être plus ou moins engagé par ses actes* ». Ce deuxième principe est moins tranché. En effet des actions réalisées en l'absence totale de liberté ne nous engageront pas de la même façon qu'une action motivée.

C'est d'ailleurs ce distinguo que mettent en avant Beauvois et Joule dans leur ouvrage. Ils différencient les actes conformes à nos idées et motivations qu'ils appellent actes non problématiques, des actes contraires à nos idées et motivations qu'ils caractérisent d'actes problématiques.

D'un point de vue cognitif, l'engagement dans un acte non problématique rend un sujet plus résistant aux influences et aux possibilités de changements ultérieurs. Cet engagement est comme un ancrage ou une stabilisation dans sa conduite. Ces mêmes auteurs parlent d'un effet « *boomerang* » créé lorsque le sujet est confronté à des arguments contraires ou attaqué sur ses convictions. L'effet boomerang est le fait que le sujet attaqué (par une contre propagande), au lieu de changer d'avis, est conforté dans son attitude de départ.

D'après Kiesler (1971) : « *Considérons une expérience dans laquelle le sujet est amené à faire une série de petits actes relativement anodins. Bien que chacun de ces actes puisse n'avoir que peu d'importance pour le sujet et ne pas le faire réfléchir à deux fois avant de le réaliser, l'ensemble des comportements peut avoir un effet de gel intense.* »

A contrario, comment peut-on obtenir un fort engagement ?

Joule et Beauvois (2014) mettent en évidence plusieurs facteurs dont ceux-ci : (1) Un acte réalisé dans un contexte de liberté est plus engageant que s'il est réalisé dans un contexte de contrainte, (2) un acte que l'on répète est plus engageant qu'un acte réalisé une fois et (3) un acte est plus engageant lorsque les raisons sont intrinsèques à l'individu.

En conclusion

Les sciences humaines nous éclairent dans la compréhension des controverses liées au travail du sol. D'une part l'identité des agriculteurs se construit parfois à travers le modèle d'agriculture et de travail du sol qu'il pratique. De ce fait, un fort clivage peut se créer entre ceux qui pratiquent le labour et ceux qui ne le pratiquent plus du tout.

D'autre part, le travail du sol est une QSV, vive chez les scientifiques, dans l'enseignement et vive dans la société. C'est une question ravivée par le débat du glyphosate, parce que le labour apparaît, dans la lutte contre les adventices, comme l'une des solutions alternatives au retrait de cet herbicide.

Enfin, puisque l'objectif des enseignants est d'engager les élèves dans la transition agroécologique par leur raisonnement et pratiques, l'éclairage de la théorie de l'engagement fournit quelques pistes à suivre. Cette théorie permet également de mieux comprendre les réactions de certains élèves déjà engagés dans certaines pratiques et qui deviennent plus réticents aux changements.

3. Problématique et hypothèses

3.1 Problématique

Le programme « enseigner à produire autrement » conduit les enseignants à mettre en évidence les liens existants entre les différentes composantes de l'agroécosystème. Les pratiques agricoles sont examinées selon l'impact qu'elles ont sur ces composantes. L'agroécologie, au-delà des savoirs scientifiques, amène les enseignants à transmettre aux élèves une démarche nouvelle où les savoirs se co-construisent entre terrain et recherche, entre enseignants et apprenants (Mayen, 2013).

Si la démarche est louable, lors de mes stages et de mes discussions avec mes collègues, j'ai observé une forte réticence des élèves au sujet des pratiques dites agroécologiques. L'un des points de clivage a particulièrement attiré mon attention : la question du travail du sol. Il m'a semblé que la dichotomie entre labour et non labour était omniprésente.

D'un côté des élèves revendiquant la pratique systématique du labour en la présentant comme une pratique traditionnelle et « qui a toujours marché ».

De l'autre côté, l'enseignant qui tente de sensibiliser les élèves à la préservation de la ressource sol et à sa biodiversité et qui, de ce fait, questionne le labour et le travail du sol en général.

L'éclairage des sciences humaines a permis d'affiner notre compréhension des controverses existantes autour de ce sujet. D'une part, le travail du sol joue un rôle dans l'identité des agriculteurs. D'autre part, il s'agit d'une question socialement vive aujourd'hui parce qu'au cœur de nombreux débats scientifiques, sociaux et didactiques.

Puisque certaines représentations fortement ancrées chez les élèves peuvent être de véritables obstacles à l'apprentissage, de nombreux enseignants s'interrogent sur la façon d'enseigner ces savoirs, à la fois dans le contenu à apporter que sur la forme proposée. La préoccupation finale des enseignants est en fait celle d'engager les élèves dans la transition agroécologique.

Une approche présentant à la fois un exemple des services fournis par la biodiversité et l'impact des pratiques de travail du sol pourrait-elle sensibiliser les élèves à l'importance de raisonner celles-ci ?

Connaitre les bénéfices qu'ils peuvent tirer de la préservation de cette biodiversité permettrait-il d'engager un raisonnement sur leurs pratiques de travail du sol ?

Le thème choisi pour aborder cette controverse est un élément clé de la biodiversité des sols : les réseaux mycorhiziens. Le sujet peut se scinder ainsi :

- L'association mycorhizienne et ses bienfaits pour les cultures
- Les pratiques qui favorisent ou nuisent à cette association mycorhizienne

3.2 Hypothèses

- Au vu des représentations fortement ancrées sur le sujet du travail du sol, nous faisons l'hypothèse que les conceptions des élèves sur ce thème influenceront sur la situation d'apprentissage proposée.
- Nous faisons l'hypothèse qu'une situation d'apprentissage mettant en valeur un exemple des services fournis par la biodiversité des sols, et l'impact des pratiques du travail du sol sur cette biodiversité peut engager les élèves dans un raisonnement sur leurs pratiques de travail du sol et donc influencer sur leur conception initiale.

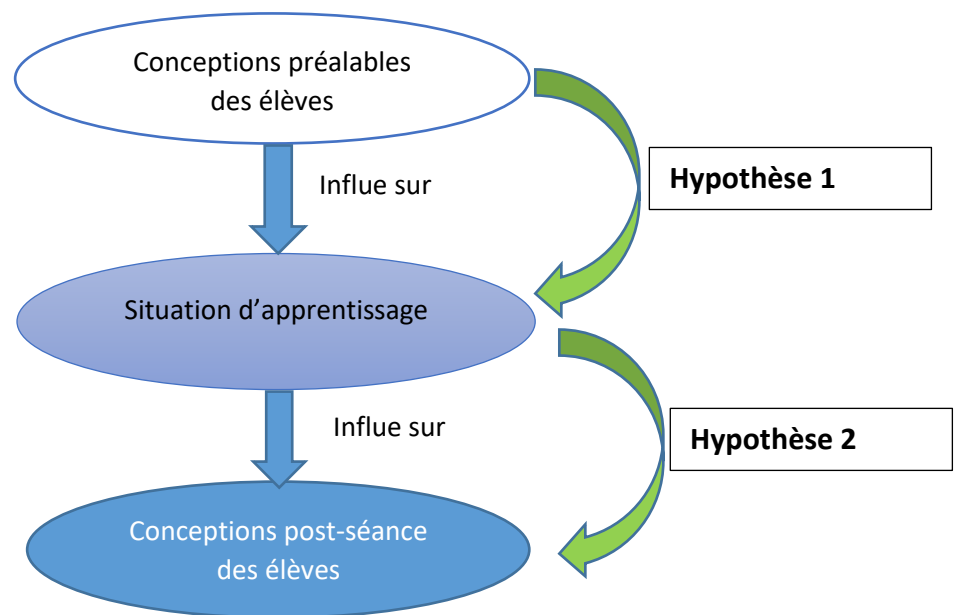


Figure 5 : Schématisation des hypothèses

4. Investigation de terrain

4.1 Recueil de données

4.1.1 Contexte du dispositif

Nous apportons ici quelques éléments du contexte dans lequel a été testé le dispositif :

La classe

Il s'agit d'une classe de 1ère CGEA. L'effectif est de 8 élèves (7 garçons et 1 fille). Quatre d'entre eux sont issus d'une 2nde Pro Agroéquipement (2nde AE), et l'autre moitié d'une 2nde Productions végétales (2nde PV). Cette différence de parcours est particulièrement visible en cours d'agronomie. Les élèves ayant suivi la 2nde PV ont eu d'avantages d'heures d'agronomie et ont des bases agronomiques plus solides que le reste des élèves.

Au cours de mes heures d'observation, j'ai noté une grande sensibilité des apprenants (tout parcours confondu) vis-à-vis des notions de cours sur le travail du sol. La plupart des élèves de la classe sont ouvertement réfractaires au semis direct et aux TCS. Ils prônent le labour systématique et tournent souvent en dérision les 2 autres élèves qui ne partagent pas leur point de vue.

C'est ce climat qui m'a poussé à choisir cette classe pour l'expérimentation de Mymyx.

La progression

Mes heures hebdomadaires tout au long de l'année sont consacrées à l'étude de la composante de l'agroécosystème : le sol.

Cette séquence s'inscrit dans le cadre :

- du module MP42 : Gestion durable des ressources et agroécosystème,
- de l'objectif 2 : Mobiliser des ressources en liens avec les productions végétales
- du sous objectif 2.1 : Relier le fonctionnement d'un agroécosystème et les services écosystémiques (Référentiel du Bac Pro CGEA).

Les propriétés physiques, chimiques et biologiques sont abordées au fil de l'année.

La coordination et concertation avec l'enseignant de biologie-écologie est primordiale. De façon conjointe il aborde les notions de services écosystémiques, processus écologiques d'interactions biotiques et abiotiques.

Le climat de classe décrit plus haut m'a conduit à développer en premier lieu dans la progression : la composante biologique des sols. Le but étant d'aider les élèves à faire rapidement le lien entre les pratiques agricoles et l'impact sur la composante biologique des sols.

La séquence comprenant Mymyx se présente ainsi :

	Séance	Contenu
1	La composante biologique des sols- Les différentes matières organiques des sols	Rappels des notions vues en classe de 2 ^{nde} (Module EP2) et Introduction du chapitre
2	La faune du sol (identification et rôle) et le cycle de la matière organique	TP : identification des insectes (test de berlèse) en concertation avec l'enseignant de biologie-écologie
3	La flore du sol	Jeu MYMYX : le réseau mycorhizien
4	Evaluation formative	
5	Action des Matières organiques sur les qualités d'un sol	TD et cours - Devoir Maison à rendre semaine suivante

4.1.2 Le dispositif testé et observé : MYMYX

Mymyx est à la fois le nom du dispositif et le jeu plateau conçu par deux chercheuses du Cirad² dans le cadre du projet REACTION³. Mymyx vise « à favoriser l'acquisition et le partage des connaissances (scientifiques, expertes, profanes) autour de la valorisation de la biodiversité du sol pour la conception de systèmes de culture agroécologiques. Ce dispositif est centré sur les mycorhizes » (Chave et Angeon, 2017).

Initialement conçu pour les agriculteurs, il est utilisé dans le cadre de ce mémoire en tant qu'outil pédagogique.

Les objectifs visés par Mymyx:

- Favoriser les apprentissages sur des interactions souterraines complexes, invisibles et cruciales pour la santé et la productivité des cultures : les mycorhizes
- Partager la nécessité d'une approche systémique pour mettre en œuvre des pratiques agro écologiques
- Initier une réflexion participative sur les freins et les leviers à la mobilisation des mycorhizes
- Evaluer les connaissances acquises
- Co-concevoir des systèmes de culture innovants

Le dispositif initial se déroule en 5 séquences d'interactions sur une durée totale d'environ 3h30. Néanmoins, dans le cadre de cette séance, seules 4 phases ont été menées.

Déroulé de la séance :



² Chave M, Angeon V

³ Régulations Naturelles et leviers d'action : bioprotection préventive de la tomate par les symbioses mycorhiziennes par Marie Chave.

De la 1^{ère} à la 3^{ème} phase toute la classe est présente. Lors de la 4^{ème} phase, la classe est scindée en deux groupes de 4 élèves. Chaque groupe jouera à tour de rôle durant 30 minutes.

1^{ère} phase : le Quizz

La première phase permet, via un Quizz, d'évaluer le niveau de connaissances des élèves sur les mycorhizes. Les questions ont trait aux services rendus par cette symbiose plante-champignon et sur les pratiques agricoles qui la favorise.

Pour cette phase, j'ai utilisé l'outil Plickers⁴ qui permet de projeter les questions du quizz et de scanner en direct les réponses des élèves.

Cette première phase m'a permis d'appréhender le niveau de connaissances des élèves sur les mycorhizes. Neuf questions ont été posées aux élèves (voir en annexe 1)

La figure suivante présente un exemple : deux des questions posées et le pourcentage de bonnes réponses.

La phase de Quizz a duré environ 10 minutes.

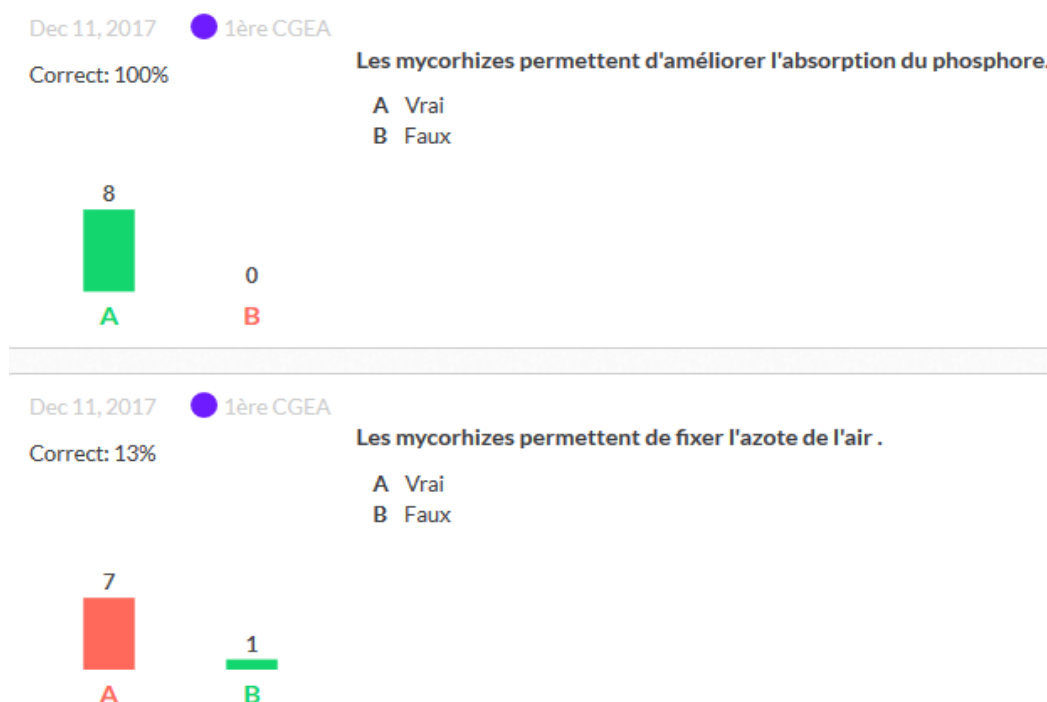


Figure 6 : Exemple de questions du quizz et pourcentage de bonnes réponses

2^{ème} phase : Transfert de connaissances

Lors de cette phase, l'enseignant présente le fonctionnement des mycorhizes. Dans le diaporama présenté, les réponses aux quizz sont données et des explications supplémentaires sont fournies (voir Annexe 2). Les thèmes abordés dans le diaporama sont : la constitution

⁴ Plickers est une application qui permet d'interroger des élèves d'une classe en simultané et de façon individuelle, à une question de type fermée ou sondage, en utilisant des étiquettes en papier (CNDP, 2018).

progressive de réseaux mycorhiziens, l'intérêt pour les cultures et systèmes de cultures des réseaux mycorhiziens, la bioprotection vis-à-vis des bioagresseurs du sol, les communications entre plantes.

J'ai également présenté aux élèves une vidéo sous format 360° qui explique le fonctionnement de la symbiose mycorhizienne et son importance en agriculture. Il s'agit d'une vidéo diffusée par l'Inra⁵ reprenant le format de la réalité virtuelle.

La phase de transfert de connaissance a duré environ 25 minutes.

3^{ème} phase : Le Myc-Mapping

Le but de cette phase est de favoriser le débat chez les élèves.

Lors de cette étape, les élèves répondent aux 3 questions suivantes :

A quoi servent les mycorhizes ?

Comment constituer un réseau mycorhizien ?

Comment maintenir un réseau mycorhizien ?

Pour répondre à ces questions, les élèves choisissent parmi les cartes du jeu.

Chaque binôme explique les raisons qui l'ont conduit à choisir certaines pratiques.

Cette phase doit favoriser les échanges ainsi que l'appropriation des connaissances de façon collective. La réponse aux questions permet d'amorcer un débat, régulé par l'enseignant.

Cette phase a duré environ 15 minutes.

4^{ème} phase : Le jeu plateau

Durant cette phase, la classe est scindée en 2 groupes. Un groupe joue pendant qu'un autre va visiter une exposition au CDR avec l'autre enseignante présente. Le jeu dure environ 30 minutes. Lorsque le 1^{er} groupe a terminé, l'autre groupe joue.

Dans chaque groupe, il y a 2 binômes. J'ai préalablement choisi les binômes en essayant d'associer élèves issus de 2^{nde} PV et de 2^{nde} AE, et élèves que je savais « pro labour » et élèves « non pro labour ».

Déroulé du jeu :

- Chaque binôme choisit 2 cartes cultures (exemples de cultures : blé, luzerne pommes, poires, tomates, épinards...). Certaines cultures valorisent mieux les associations avec les mycorhizes que d'autres, c'est le cas des légumineuses et graminées.
- Chaque binôme choisit plusieurs cartes « pratiques culturales » parmi les différentes catégories (fertilisation, travail du sol, protection des cultures, choix des assolements, choix des rotations...). Au total chaque binôme a choisi 8 cartes.
- Sur le jeu plateau, chaque équipe positionne ses cartes « cultures ». Le but du jeu est d'accéder aux nutriments (Azote, Phosphore, Potassium et l'eau). Chaque carte « pratique culturale » choisie donne droit à aucun, un ou plusieurs filaments. Ces filaments, une fois posés sur le plateau de jeu, permettent d'accéder aux nutriments. Ils représentent le réseau mycélien créé entre les spores du champignon et les plantes.
- L'équipe qui l'emporte est celle qui a eu accès au plus de nutriments.

⁵Disponible à cette adresse : https://www.youtube.com/watch?time_continue=40&v=VdpsYmo1rOI



Figure 7 : Plateau du jeu Mymyx

5ème phase : Brève synthèse

Cette phase permet de conclure la séance en mettant en évidence les pratiques qui ont favorisé les mycorhizes et l'impact des mycorhizes sur les cultures. Cette phase s'est déroulée sous la forme d'un cours dialogué.

Une fiche de synthèse a été remise à la fin de la séance. Elle constitue la trace écrite des notions abordées au cours de la séance.

L'ensemble du dispositif permet de mettre en évidence le fonctionnement des mycorhizes dans le sol, leur rôle vis-à-vis des plantes et les pratiques qui les favorisent ou défavorisent. Pour rappel le travail profond du sol, notamment le labour nuit au réseau mycorhizien.

Mymyx est donc un moyen de présenter l'impact des pratiques culturales y compris celle du travail du sol sur un élément majeur de la biodiversité des sols.

La séance a été filmée à partir de la 4ème phase, ce qui représente plus d'une heure d'enregistrement. Cette vidéo est l'un des supports d'analyse de notre étude.

4.1.3 Les entretiens d'explicitation

a. Intérêt de la méthode

L'entretien d'explicitation aide à la verbalisation de l'action. Son objectif est de guider le sujet dans la verbalisation précise du déroulement de sa conduite (Vermersch 2014). Cette forme d'entretien a été inventée et mise au point par P. Vermersch, chercheur au CNRS et animateur du GREX (Groupe de recherche sur la prise de conscience et l'explicitation). L'entretien

d'explicitation permet de décrire du point de vue de l'individu son activité durant la séance, de verbaliser l'action. Il s'intéresse au vécu de l'action.

L'observable d'une activité menée (un brouillon, une vidéo si la séance est filmée, un enregistrement) n'est qu'un reflet partiel qui peut être plus ou moins déformé. Cet observable ne rend pas pleinement compte des représentations, des raisonnements et des connaissances mobilisées par le sujet lors de l'activité. L'entretien d'explicitation, selon l'objectif recherché et selon qu'il soit bien réalisé ou non, permet au pédagogue de comprendre le résultat auquel est arrivé un élève : « *comment ce dernier a-t-il pu produire un tel résultat, quelle est sa logique ?* » (Balas-Chanel, 2002).

Le fait de cibler l'analyse sur l'activité de l'élève est une façon d'aborder la cognition, objet d'étude inobservable. Or l'action traduit de façon indirecte la pensée de l'élève. Ou comme l'indique Vermersch « elles sont un témoignage non conscient de l'activité intellectuelle du sujet » (Vermersch 2014).

Cette verbalisation du vécu peut poursuivre différents buts :

- Informer l'intervieweur sur l'interviewé. Particulièrement sur la façon dont l'interviewé a réalisé une tâche, ou vécu une activité. Le but peut être la recherche, la remédiation pédagogique, le perfectionnement d'un professionnel, d'un geste, un bilan...

- Aider un élève à s'auto informer. Par exemple la verbalisation de geste professionnel met en évidence une démarche, peut être passée jusque-là inaperçue à l'élève (Vermersch 2014). La verbalisation aide l'élève à s'approprier son expérience. L'entretien revêt un aspect pédagogique.

- Former l'autre à s'auto informer

Dans cette étude, les entretiens poursuivent le premier but mentionné.

b. Éléments clefs d'un entretien réussi (Vermersch, 2014)

Plusieurs étapes sont à respecter afin d'obtenir un entretien d'explicitation réussi :

- En premier lieu il s'agit d'établir un rapport ou un accord avec l'interviewé
Cet accord peut se traduire par l'ajustement à l'élève des gestes, de la posture, du ton, du vocabulaire utilisé. Cette synchronisation rend l'entretien plus facile, dans ce sens où l'interviewé en confiance acceptera plus volontiers de se livrer.
- En second lieu, l'entretien d'explicitation, dans son déroulé doit s'attacher à faire référence aux actions. L'activité du sujet se définit par une succession de tâches bien précises et spécifiées. L'entretien vise à décrire la réalisation de ces tâches.
On considère que l'élève est « en évocation » lorsqu'il emploie le « je », des verbes au présent...Lorsque l'élève sort de cette évocation de l'activité vécu, son discours devient plus général et est conscientisé (Martinez, 1997).
L'intervieweur évite d'induire ce qui a trait au conscientisé (on préférera utiliser quoi, plutôt que pourquoi). On questionne les gestes.
On peut ainsi résumer les trois fonctions de l'entretien : chercher, élucider, réguler.

- Enfin, la conclusion de l'entretien laisse la porte ouverte à des explications complémentaires de l'élève.

En conclusion, l'entretien d'explicitation permet à l'élève d'avoir un retour réflexif sur son activité. L'intervieweur, lui, peut recueillir des informations inédites et une verbalisation de l'observable qui transcrit l'inobservable.

c. Les entretiens conduits

Quatre entretiens d'explicitation ont été conduits. Les entretiens se sont déroulés pour trois élèves, une semaine après la séance. Le dernier élève n'a pu réaliser cet entretien qu'un mois plus tard.

Les élèves ont été choisis sur la base du volontariat avant le début de la séance. Trois élèves se sont d'office proposés. Le dernier élève s'est proposé le jour des entretiens.

Voici le profil des élèves interviewés (par ordre d'interview) :

- **Arnaud**

Arnaud est un élève issu d'une 2nde Agroéquipement. En classe il est volontaire. Il est l'un des premiers à s'être proposé pour les entretiens.

Il est fils d'agriculteur et travaille régulièrement sur l'exploitation en grandes cultures de ses parents. Arnaud défend régulièrement le labour sur son exploitation et peut paraître parfois assez dogmatique dans ses propos. J'ai été surprise qu'il soit si vite volontaire.

- **Yanis**

Yanis a suivi la 2nde Productions végétales. Il s'agit également d'un élève volontaire bien que parfois dissipé. Il est lui aussi fils d'agriculteur et aide à la ferme de ses parents, producteurs d'une culture traditionnelle de la région. En classe, il est plutôt discret sur les pratiques agricoles pratiquées sur sa ferme.

- **Bastien**

Bastien a suivi une 2nde Agroéquipement. C'est un élève très dissipé, avec des résultats en berne. Il peut être très impliqué lorsqu'un cours semble l'intéresser. Il est également fils d'agriculteurs en grandes cultures. Bastien est bavard sur les pratiques agricoles qu'il apprécie dont le labour et sur celles qu'il considère peu : le semis direct. Il n'hésite pas à se moquer régulièrement de ceux qui ne sont pas de son avis.

- **Laurent**

Laurent est issu d'une 2nde productions végétales. C'est un très bon élève en dépit de difficultés d'apprentissage. Il n'est pas fils d'agriculteur mais entretient un lien fort avec un maître de stage qui l'a déjà accueilli. Laurent surprend par ses réflexions poussées et sa curiosité vis-à-vis des pratiques agroécologiques innovantes. Il se forme souvent par lui-même en regardant des vidéos sur Youtube. Il subit souvent les railleries venant des autres

élèves de la classe, y compris venant de Bastien, pour son attachement au semis direct et autres pratiques agroécologiques (mise en place de couverts, légumineuses, etc...)

4.2 Traitement des données

Afin d'analyser nos hypothèses, les données utilisées sont :

- L'analyse du dispositif testé
- Les entretiens d'explicitations
- La vidéo de la séance
- Les quizz: avant le dispositif et après le dispositif

4.2.1 Analyse générale du dispositif

Groupe 1 : Léo et Laurent⁶ contre Théo et Mathis

Les élèves sont enchantés à l'idée de jouer un jeu de plateau. Les blagues fusent dès les premières minutes. Les élèves ont été conquis par le jeu et par l'aspect compétitif. Ils étaient très impliqués, avec une forte envie de gagner. Chaque filament gagné semble être une victoire. Pour ce groupe, le choix des cartes a pris du temps. Les binômes ont discuté avant de prendre les cartes et m'ont interrogé.

Les explications données, bien que très rapides, ont vite été assimilées. Léo comprend vite les stratégies à mettre en place. J'ai eu le sentiment qu'il y avait une bonne ambiance dans ce groupe. Mais lors du visionnage, j'ai constaté que le binôme qui gagne semble beaucoup s'amuser (rires, blagues, tapes dans les mains), l'autre binôme en revanche, qui perd semble dépité et très agacé. Les échanges entre les 2 binômes se font plus acerbes sur la fin de partie. En revanche dans le binôme Léo et Laurent, opposés ordinairement par leurs conceptions, il semble y avoir une bonne entente.

Groupe 2 : - Arnaud et Yanis contre Manon et Bastien

Comme pour le premier groupe, les élèves semblent contents de pouvoir jouer. Ils ont de l'entrain. Ils choisissent les cartes plus vite que l'autre groupe. Les gagnants ont tendance à tourner en dérision les perdants, mais l'ambiance est plus détendue.

Les élèves s'approprient le jeu et choisissent les cultures dont ils sont familiers de par l'exploitation de leurs parents. Ainsi, Yanis fait le choix de l'arboriculture, parce que sur l'exploitation de ses parents il y a un verger.

De même, Bastien fait le choix des cultures : laitue et blé en expliquant que, sur l'exploitation de ses parents, il y a une parcelle de blé et salade.

Manon, tout comme Laurent dans le premier groupe, est une élève ouverte aux nouvelles pratiques agroécologiques. Elle a influencé son binôme dans le choix des cartes.

⁶ Les élèves ayant participé aux entretiens sont mis en évidence dans le texte. Format: en gras et orange

Dans ce groupe, le mot labour revient souvent et dès le début du jeu. Cette omniprésence du « labour » est plus flagrante dans ce groupe.

- De façon générale, la partie jeu de plateau du dispositif étant très ludique, les élèves ont tous adhéré. Témoin ces quelques phrases :

Léo : *Faites gaffe à la caisse Madame il y a des tricheurs*

Léo associe la boîte contenant les filaments (symboles des mycorhizes) à l'argent de la caisse (comme au Monopoly). Cette allusion au Monopoly montre que le jeu est assez ludique pour qu'il y ait de l'engouement. Cela montre aussi que les filaments de mycorhizes sont perçus comme un moyen de gain dans le jeu.

Ou encore cette phrase de Léo lorsqu'il récupère le premier pion H2O sur le plateau : « *On a l'eau !* » en riant et frappant dans ses mains (une allusion faite à l'émission télévisée à Koh-lanta).

- Le côté ludique du jeu entraîne une certaine compétition entre les joueurs. Cette compétition semble à certains moments exacerber les tensions et occulter l'objectif principal du jeu.

Par exemple Théo après avoir perdu, s'est exclamé : « *Si on avait pris les bonnes cartes, on vous aurait ****** ».

Il y a une tension palpable, et Théo semble attribuer le choix des cartes à la chance alors qu'il n'en était rien. L'un des objectifs du jeu qui est de faire le lien entre le choix de pratiques et la préservation de son réseau mycorhizien ne semble pas, dans ce cas, atteint.

4.2.2 Hypothèse 1 : Influence des conceptions des élèves sur la situation d'apprentissage

Afin de répondre à cette hypothèse, nous allons analyser :

- Les conceptions des élèves, sur le thème du travail du sol, telles qu'elles peuvent être perçues à travers les échanges filmés entre les élèves et le quizz de début de séance.
- l'influence que ces conceptions semblent avoir eues durant la séance à travers les choix de cartes des élèves et leur vécu de l'activité

A- Les conceptions des élèves

Les échanges entre élèves

Durant le jeu, il régnait une ambiance détendue. Les élèves se sont sentis libres d'exprimer leur conception sur différents sujets y compris sur le travail du sol. Le travail du sol, bien que n'étant pas l'unique thème du jeu, était omniprésent dans les conversations.

- Dans le groupe 1 voici un échange marquant entre les élèves filmé :

Cet échange est filmé alors que je suis occupée à accueillir l'autre groupe. Je ne suis donc pas à côté des élèves. La partie vient de se terminer, et Laurent et Léo ont gagné face à Théo et Mathis.

Laurent : *bref on a gagné Léo*

Théo : *c'est parce que nous on est normal et eux ils sont pas normaux, c'est pour ça*

Laurent : *ben en attendant on a gagné*

Théo : *C'est normal avec semis direct et tout ça*

Mathis : *Vous êtes des bios semis direct...tout ça*

Laurent : *Mais non c'est pas du semis direct c'était travail du sol à 15cm. On vous a labouré sans labourer !*

La réplique de Mathis « Vous êtes des bio semis direct tout ça » n'est pas sans rappeler l'éclairage donné par les recherches de Compagnogne (§2.1). Le type de travail du sol identifie souvent un agriculteur à un type d'agriculture. Par cette réplique, Mathis montre qu'il associe les techniques de travail du sol très simplifiées à l'agriculture biologique. Il rassemble donc les techniques de travail du sol différentes de celles utilisées en conventionnelles dans un grand ensemble « agriculture biologique ». La formulation et le ton de la voix laisse penser qu'il se moque de ces 2 élèves.

Néanmoins cette affirmation dénote d'un manque de connaissances sur le sujet, puisqu'en effet les agriculteurs biologiques utilisent le labour pour gérer sans herbicides les populations d'adventices.

Théo lui en affirmant « *c'est parce que nous on est normal et eux ils sont pas normaux, c'est pour ça* », semble dire que l'absence de normalité correspond au semis direct. Autrement dit, pour lui, le labour c'est la norme.

- Lors du changement de groupes, les élèves du groupe 2 échangent brièvement avec les élèves du groupe 1 afin de savoir qui sont les gagnants et perdants.

Lorsqu'ils apprennent que Léo et **Laurent** du groupe 1 ont gagné, voici la réaction d'un des élèves.

Bastien : *oh Non mais Léo et Laurent c'est semis direct*

Le ton de la phrase semble vouloir dire : « De toute façon Léo et Laurent c'est semis direct ». Une fois de plus Laurent est stigmatisé. Les autres élèves savent qu'il est attaché au non-labour et donc l'associe directement au semis direct.

On note également qu'ils semblent logique aux élèves que Laurent ait gagné parce que justement il défend des pratiques agroécologiques. C'est donc que pour eux le jeu favorise ceux qui optent pour les pratiques agroécologiques, ce qui effectivement le cas.

- Dans le groupe 2, dès le début du jeu au moment du choix des cartes « pratiques culturales ». **Arnaud** s'exclame « *On ne peut pas faire de labour, on peut rien faire ?* ».

En effet dans le jeu, il n'existe pas de carte « labour » mais une carte « travail du sol profond ».

Pour **Arnaud**, il semble que l'ensemble des pratiques culturelles à mettre en place, se résume au labour. Bien que surprenant cette affirmation est le reflet d'une certaine omniprésence de ce sujet chez les élèves de cette classe.

- Ce même élève se rend compte que parmi ses cartes « pratiques culturelles » il a choisi « Pratiquer l'agroforesterie ». Voici sa réaction :

- **Arnaud**: *OOH j'ai pris agroforesterie...non non enlève moi ça. (Rires). Pratiquez l'agroforesterie non non !*

Yanis : *Madame c'est quoi déjà l'agroforesterie ?*

A travers les différents échanges entre élèves, leurs conceptions initiales transparaissent. Par exemple, Bastien, Arnaud, Théo et Mathis expriment ouvertement leurs opinions sur le sujet du travail du sol. Pour eux la normalité, c'est le labour traditionnel. En revanche les pratiques comme le semis direct, l'agroforesterie et l'agriculture biologique relèvent d'un tout autre monde auquel ils n'adhèrent pas.

De son côté Laurent avec cette réplique « *On vous a labouré sans labourer !* » montre que pour lui le labour est optionnel. Il affirme ainsi qu'il a gagné sans utiliser le labour. Il semble que cette victoire lui permette de prendre une revanche sur un ensemble de railleries dont il est l'objet en classe, à cause de sa vision différente de l'agriculture.

Le quizz de début de séance

L'ensemble des questions posées à la classe et les résultats sont présentés en Annexe 1.

Comme résultats marquants, on retiendra les points suivants :

- Au sujet de la définition des mycorhizes, quatre élèves pensent qu'il s'agit de bactéries, un pense qu'il s'agit d'une symbiose entre bactéries et racines et trois pensent que c'est la symbiose entre racines des plantes et champignons.
- Tous les élèves pensent que les mycorhizes permettent d'améliorer les rendements sauf **Laurent**.
- Seulement trois élèves pensent que le travail du sol profond favorise les mycorhizes. Il s'agit de **Bastien**, **Arnaud** et **Yanis**, les trois élèves cibles de notre étude.

Le tableau suivant présente les réponses au quizz des 4 élèves qui feront l'entretien d'explicitation après la séance. Ces 5 questions seront posées également après le quizz (environ 1 mois plus tard).

Ces questions permettent de balayer :

- Une approche générale des mycorhizes en interrogeant sur le nombre de plantes mycorhizées
- Les intérêts pour un agriculteur de favoriser les mycorhizes en interrogeant sur la capacité de ces dernières à fixer l'azote de l'air⁷ ou à faciliter l'absorption du Phosphore
- Les pratiques culturelles qui favorisent ou détruisent le réseau mycélien en interrogeant sur l'impact du travail du sol profond et l'utilisation des engrais chimiques.

⁷ Les mycorhizes permettent aux plantes d'accéder plus facilement aux nutriments disponibles dans le sol (azote, Phosphore, Potassium) et à l'eau. En revanche les mycorhizes ne permettent pas de fixer l'azote de l'air.

Tableau 1: Résultats des réponses de 4 élèves au quizz passé en début de séance

Les réponses erronées apparaissent en rouge, la bonne réponse apparaît en vert.	Arnaud	Bastien	Laurent	Yanis	Classe- % de bonnes réponses
Thème des questions	Avant Mymyx	Avant Mymyx	Avant Mymyx	Avant Mymyx	Avant Mymyx
Définition de mycorhize	Bactérie	Symbiose champignon- racine	Symbiose champignon- racine	Bactérie	38 %
Le pourcentage de plantes mycorhizées	80%	80%	80%	50%	63%
Les mycorhizes fixent l'azote de l'air	Vrai	Vrai	Vrai	Vrai	13%
Les mycorhizes facilitent l'absorption du Phosphore	Vrai	Vrai	Vrai	Vrai	100%
Les mycorhizes améliorent le rendement	Vrai	Vrai	Faux	Vrai	88%
Le travail du sol profond favorise les mycorhizes	Vrai	Vrai	Faux	Vrai	63%
L'utilisation d'engrais chimique favorise les mycorhizes	Vrai	Vrai	Vrai	Faux	38%
% de bonnes réponses	33%	50%	50%	33%	52%
% de bonnes réponses pour l'ensemble des 9 questions	44%	67%	44%	56%	56%

Il est intéressant de noter que tous, sauf **Laurent**, pensent en amont de la séance que les mycorhizes permettent d'améliorer le rendement. Ils semblent qu'ils ont un a priori favorable sur le sujet, puisqu'ils déclarent déjà un intérêt de favoriser ces mycorhizes.

Tous en revanche font la confusion entre les bactéries en symbiose fixatrices d'azote et les mycorhizes, puisqu'ils pensent que les mycorhizes peuvent permettre la fixation de l'azote de l'air.

On remarque que **Laurent** semble déjà identifier les pratiques qui nuisent aux mycorhizes.

Des quatre élèves ciblés il est également le seul à penser que le travail du sol profond n'est pas favorable aux mycorhizes.

Je remarque également que **Bastien**, **Yanis** et **Arnaud** pensent que, pour favoriser ces mycorhizes, il faut un travail du sol profond. Ils associent ainsi cette pratique à une action positive sur le système sol-plante.

A noter que certains élèves qui ont l'air très attachés au travail profond du sol et au labour par leur propos durant le jeu, ne pensent pas qu'ils soient favorables aux mycorhizes. C'est le cas par exemple de Théo et Léo.

Le quizz n'est qu'un indicateur des connaissances des élèves et de leurs « intuitions » sur un sujet que pour la plupart ils ne connaissent pas.

Les conceptions des élèves sur le travail du sol confirment les observations précédentes. Il y a deux schémas de pensée au sein de la classe. Certains sont fermement attachés au travail du sol profond et d'autres le décrient. D'autres n'ont peut-être pas un avis aussi tranché, mais il semble qu'ils n'osent pas l'exprimer ouvertement dans la classe. C'est d'ailleurs ce constat qui nous amène à observer l'influence de ces conceptions lors de cette séance.

B- L'influence de ces conceptions lors de la séance

On peut supposer que les conceptions des élèves auront une influence sur leur attitude lors de la séance, lors des échanges entre eux, lors de leurs choix de stratégies du jeu et également sur leur vécu de la séance. Concernant ce vécu, ce sont les entretiens d'explicitation qui apporteront cet éclairage sur la façon dont les élèves ont vécu le jeu.

Les échanges entre élèves.

Les échanges cités précédemment illustrent le fait que selon leurs conceptions respectives, les élèves affirment une identité. Cette affirmation de l'identité peut passer par des moqueries ou remarques plus ou moins acerbes à l'encontre de celui qui pense différemment.

Un épisode montre comment cette affirmation de l'identité sur le thème du travail du sol peut enfermer un élève sur sa position.

- Lorsque tous les élèves se retrouvent pour la synthèse de fin de séance. Bastien prend la parole.

Bastien : *Et on a gagné sans le semis direct- ! On a pris avec labour sol profond au cas où.*

Léo : et ça vous a enlevé tout votre machin (allusion à la destruction du réseau mycélien sur le plateau de jeu)

Bastien : *Non*

Bastien souhaite convaincre les autres, que même en prenant la carte « travail du sol profond » il a gagné. Cette affirmation est fausse. En réalité il n'a ni choisi, ni joué cette carte.

Le choix des cartes « pratiques culturelles »

On peut supposer que selon leurs croyances, les élèves seront plus ou moins enclins à choisir certaines cartes « pratiques culturelles ».

Voici leurs choix et le déroulé de la partie :

Groupe 1			
Equipes		Léo et Laurent	Mathis et Théo
Cultures choisies		Blé-luzerne	Laitue-Tomates
Choix de cartes « pratiques » par tour	Tour 1	Apporter éléments amendements organiques ⁸	Apporter des engrais minéraux de manière systématique
	Tour 2	Apporter des mycorhizes du commerce	Produire des mycorhizes sur son exploitation
	Tour 3	Faire des rotations de plantes à mycorhizes	Travail du sol profond
	Tour 4	Travail du sol superficiel	Pratiquer l'agroforesterie
	Tour 5	Apporter des amendements organiques	Pratiquer la solarisation
	Tour 6	Cultiver alliacées	Cultiver alliacées
	Tour 7	Limiter les fongicides	Associer plantes à mycorhizes
	Tour 8	Tous les éléments ont été récupérés avant la fin du tour 8	
Pions ramassés sur plateau		4 Potassium, 3 Phosphore, 3 Azote, 3 H ₂ O, 2 Plantes mycorhizées, 2 plantes protégées contre les attaques des bio agresseurs Gagnant	1 H ₂ O, 1 Phosphore, 1 azote, 1 plante protégée contre les attaques des bio agresseurs Perdant

L'équipe **Laurent** et Léo a choisi les cartes les plus avantageuses. Laurent expliquera lors de l'entretien d'explicitation qu'ils sont tombés d'accord avec Léo sur des pratiques qui leur convenaient à tous les deux.

Lors du changement de groupes, il y a eu des échanges entre les élèves. Léo a conseillé en riant au groupe suivant de prendre un labour profond. Il se peut que cette intervention ait influencé les élèves du second groupe puisqu'aucun des binômes n'a choisi le travail du sol profond en pratiques culturales. Même **Bastien, Yanis et Arnaud**, qui pourtant avaient répondu lors du quizz que le travail du sol profond favorise les mycorhizes, ne choisissent pas cette carte.

Groupe 2			
Equipes		Manon et Bastien	Yanis et Arnaud
Cultures choisies		Blé-Salade	Pommes-Pêches
Choix de cartes « pratiques » par tour	Tour 1	Apporter mycorhizes commerce	Apporter amendements organiques
	Tour 2	Apporter amendements organiques	Apporter engrais minéraux de manière systématique.

⁸ En vert foncé : les réponses qui rapportent 2 points, en vert clair : celles qui rapportent 1 point, en rouge : les réponses qui ne rapportent aucun point, voire qui enlève des points.

	Tour 3	Cultiver des légumineuses	Limiter les fongicides
	Tour 4	Faire des rotations de plantes mycorhizées	Limiter les insecticides
	Tour 5	Cultiver les alliacées	Réduire fertilisation phosphatée
	Tour 6	Réduire fertilisation azotée	Pratiquer la solarisation
	Tour 7	Associer plantes à mycorhizes	Pratiquer la monoculture
	Tour 8	Apporter engrais minéraux de manière systématique	Cultiver les alliacées
	Pions ramassés sur plateau Score	2 azote , 3 Potassium, 2 h2O, 2 Phosphore, 2 plantes mycorhizées, 2 plantes protégées contre les attaques des bio agresseurs Gagnant	2 azote , 2 H2O, 1 potassium , 2 Phosphore , 1 plante morte, 1 plante protégée contre les attaques des bio agresseurs Perdant

Les entretiens d'explicitation

Les entretiens d'explicitations nous apportent des éléments quant aux choix des cartes, à la stratégie mise en place et au vécu de la séance par les élèves. Ces entretiens peuvent nous fournir des informations quant à l'importance de l'influence des conceptions des élèves sur leur vécu de la séance.

Certains traits distinctifs reviennent lors des quatre entretiens :

- Le « on » a été privilégié lors des entretiens. Il se peut que ce soit en raison du jeu qui s'est déroulé en binôme et donc qu'il leur a été difficile de décrire la séance au « je »
- Les élèves ont tous débuté leur remémoration de la séance par la partie de jeu de plateau. Or la séance comportait une partie quizz, de débat, puis de transfert de connaissances avec le visionnage d'une vidéo. Ces premières phases ont duré près d'une heure. Leurs souvenirs se sont vraisemblablement focalisés sur le moment le plus ludique de la séance.
- Ils ont tous exprimé leur appréciation pour le jeu, et le sentiment d'apprendre en jouant.
- **Extrait de l'entretien avec Laurent** (groupe 1 et en binôme avec Léo)

Laurent a pris plus d'une minute pour se remémorer la séance. Bien qu'il ait eu lui aussi du mal à employer le « je » il a été précis dans les détails, montrant qu'il s'était bien replongé dans la séance.

(...)Enseignant : Comment tu choisis avec ton binôme ?

En fonction de ce qui était réalisable sur la surface le plus facilement possible...

Est-ce que tu te revois avec ton binôme , qu'est-ce que tu fais à ce moment-là avec lui ?

Par exemple la solarisation je me rappelle heu...ben on avait dit que ça servait...enfin que c'était trop compliqué à mettre en place pour des grandes cultures ...on a dit qu'on prenait pas

Comment vous arrivez à dire que c'est trop compliqué ?

Ben....ça prend trop de place....c'est trop long à placer dans le champ, trop de travail, du coup

Mais comment tu fais pour dire ce que tu choisis et ce que tu ne choisis pas ?

Ben on en a parlé ensemble est-ce qu'il voulait, qu'est-ce qu'il voulait pas, on s'entendait bien et on avait à peu près les mêmes idées

Comment tu choisis avec lui les techniques de travail du sol ?

(rires) là c'est lui qui veut faire du labour et moi qui veux faire du semis direct... du coup ben on a pris TCS...on a pris la moitié (rires)

Comment tu sais qu'il veut faire du labour ?

Ben il me l'a dit et puis enfin, on sait

(...) fin entretien d'explicitation

Est-ce qu'il y a quelque chose de marquant que tu voudrais ajouter sur cette séance ?

Ben je sais pas, c'était bien pour apprendre...mais pour moi qui écoute un peu mais pour les autres...Léo je sais que la seule chose qu'il a retenu c'est qu'il a gagné...(rires)

Laurent dans son entretien montre qu'il a compris le lien entre les pratiques culturelles et leur impact sur les mycorhizes. Il est conscient des différences qui existe entre son binôme et lui. Lorsqu'il parle de Léo, il dit « qu'on sait qu'il veut faire du labour ». C'est l'exemple que les conceptions des élèves sont largement exprimées en classe et chacun dans la classe connaît les positions des uns et des autres sur un sujet.

Il est intéressant de noter que, dans ce cas, ils ont réussi à surmonter leurs conceptions différentes afin de trouver un terrain d'entente.

Laurent est en revanche sceptique sur le fait que tout le monde ait réellement appris durant le jeu. Pour lui, certains n'ont retenu que le côté ludique du jeu et ont fait abstraction du contenu.

- **Extrait de l'entretien avec Arnaud** (groupe 2 et en binôme avec Yanis)

Arnaud a eu du mal à se projeter dans cette forme d'entretien. Il a pris très peu de temps pour se remémorer de la séance. Il commence tout de suite par l'évocation du plateau du jeu

Enseignant : Alors comment ça commence, qu'est-ce-que tu fais au début ?

Arnaud : *Ben on choisit la culture qu'on veut prendre. On avait pris les pommes et fruitiers je crois et après on choisit les petites cartes...si on fait labour profond, peu profond heu il y a quoi d'autres comme cartes ?(...)*

Qu'est-ce que toi tu fais à ce moment-là ?

Ben vu qu'il y avait pas de labour, on avait pas pris de cartes dans ça, on avait pris heuuu....pratiquer la monoculture....et après après heu je sais pas trop

Et comment tu fais pour choisir les cartes, toi ? tu peux dire je.

Ben j'ai bien réfléchi, voir tout ce qui était indispensable pour la culture et tout...tout ce qu'on avait besoin et heuu c'est tout

A quoi tu penses pour réfléchir ?

Ben comment elle est la parcelle, qu'est ce qui ya comme arbres, au milieu des arbres ...Vu que c'était des pommiers, ya de l'herbe... on peut pas labourer... voilà...ben si c'est monoculture, c'est pérenne et puis voilà... et puis l'irrigation voilà
(...)

Enseignant : Comment toi tu choisis les cartes que tu dois jouer ?

Arnaud : *Ben....au début on essayait de prendre celle qui allait donner le moins de points...et après au fur et à mesure on essayait de jouer aussi ...comme on pouvait*

Comment tu joues, toi Arnaud pendant cette partie là...qu'est-ce-que tu fais à ce moment-là ?

Je réfléchissais bien... on regardait ce qu'ils mettaient les autres, on essayait de mettre pareil pour voir s'ils gagnaient beaucoup plus de points ou pas ...on regardait bien les autres aussi.... Heu ils n'avaient pas la même culture aussi.

(...) Fin de l'entretien et question libres

Tu te dis quoi, quand tu entends que les mycorhizes n'aiment pas le travail du sol profond ?

On est obligé là-bas, on a beaucoup de pierres ...ça coute cher le matériel...je sais que je changerai pas...je sais que je garderai le labour...je sais qu'y a des problèmes avec le labour...mais bon, si on le fait en bonnes conditions...au bon moment et tout, ça se fait bien. Après si on le fait derrière des betteraves des trucs comme ça....mais nous on n'en a pas des betteraves...si on le fait sur ça c'est un peu la cata...parce que y a du lissage et tout...voilà.

Les premières phrases d'**Arnaud** sont révélatrices. Effectivement, parmi les cartes « pratiques culturelles », il y avait le travail profond du sol, mais pas le labour. Sa première préoccupation est donc celle de trouver une carte en accord avec ses conceptions. On semble comprendre de ses propos que le labour est une opération quasi obligatoire et récurrente.

Arnaud est conscient qu'il existe une controverse sur le labour mais il affirme qu'il ne changera pas d'avis et continuera à pratiquer le labour.

Quant au choix de la stratégie mise en place durant le jeu, il semble que le choix de l'ordre des cartes se soit décidé en observant ce que l'autre binôme jouait et selon le gain de points ou non.

- **Extrait de l'entretien avec Yanis** (groupe 2 et en binôme avec Arnaud)

Yanis s'est bien remémoré le déroulé du jeu. Au cours de l'entretien il revient de nombreuses fois sur sa défaite et sur le fait qu'ils auraient dû davantage réfléchir avant de choisir les cartes cultures

(...)

Enseignant : Et après qu'est-ce-qui se passe ?

Après qu'est-ce-que je vois ?vous avez fait le classement

Et toi qu'est-ce que tu fais à ce moment-là ?

Rien du tout (rires)...je regarde...on constate qu'on était dernier...et tout ça c'était à cause simplement qu'on avait perdu la culture... et après les autres ils ont réussi à prendre des points, simplement ils avaient des cultures un peu plus faciles...on s'est pas rendu compte, eux ils ont pris ça plus par stratégie ou par avantage ou simplement parce qu'ils aimaient plus ça.et donc

du coup voilà...par exemple Léo et Laurent ils ont pris le semis direct.... et comme culture... blé luzerne et après ils labouraient pas ... voilà...du coup, ils ont gagné des points sur ça.

(...)

Et comment tu choisis ces cartes-là ?

Les mycorhizes pour le système racinaire, on s'est dit que c'était bien et le fongicide on a pris vraiment au hasard.

(...)

A un moment vous dites on ne va pas prendre l'agroforesterie...

Ben l'agroforesterie, parce qu'on n'aime pas trop l'agroforesterie, personnellement c'est tout, après je pense qu'on aurait pris agroforesterie qu'on aurait gagné plus de points.au niveau du jeu quoi

Yanis attribue davantage sa défaite au mauvais choix de cultures, qu'aux pratiques culturales qu'ils ont choisi avec son binôme. Yanis affirme que Léo et Laurent ont pris le semis direct et qu'ils ne labouraient pas. Laurent est systématiquement associé au semis direct. Cet a priori à son sujet déforme parfois la réalité. En réalité, Léo et Laurent n'ont pas pris la carte semis direct, puisqu'elle n'existe pas dans le jeu.

Yanis, dans le cas de l'agroforesterie, fait le distinguo entre ce qu'il apprécie dans la « vraie vie » et ce qu'il lui aurait rapporté des points dans le jeu. Pour lui, l'agroforesterie n'était qu'une carte permettant de rapporter des points, il n'établit donc pas de lien entre l'agroforesterie et la préservation des mycorhizes.

- **Extrait de l'entretien avec Bastien** (groupe 2 et en binôme avec Manon)

L'entretien avec **Bastien**, a été à mon sens le moins réussi. D'une part, il n'a pas réussi à être dans l'introspection de la séance. D'autre part, mes questions ont été trop directives et laissaient également peu de place à l'expression libre de l'élève.

Enseignant : Comment tu choisis les cartes

Bastien : Selon ce qui me plait

Ce qui te plait c'est à dire ?

Les façons de travailler tout ça...les cultures

C'est ce qui te plait... parce que... c'est ce que tu aimes ?

Ouais parce que j'ai été habitué comme ça...Après on choisit les cartes donc on fait le jeu...

Alors sur les cartes, comment tu choisis les cartes sur la fertilisation ? Tu te souviens ? ...

C'est quoi ça ?

C'était les cartes sur les engrais.... Comment tu choisis ? Tu t'en souviens pas ...ok...comment tu choisis les cartes selon les pratiques de travail du sol ?

Selon les techniques heu...

Comment tu choisis ?

A moi j'avais pris travail profond...

Parce que c'est ce qui te plait ?

Wai voila

(...) fin de l'entretien d'explicitation et questions libres

Est-ce-que quand tu as choisi les cartes, tu t'es rappelé des éléments de cours qu'on t'a donnés avant ?

Ben on savait lesquelles techniques étaient le mieux mais on voulait quand même faire ce que nous on avait l'habitude pour voir ...

Et donc du coup ça a donné quoi ?

Ben on a gagné ...ça a marché

(...)

Qu'est-ce que tu as appris ?

Ben déjà les mycorhizes, ça prolonge les racines pour aller prendre de trucs, pour l'azote, pour la plante

Bastien affirme avoir choisi des cartes comme le travail profond, ou encore des techniques qu'il a l'habitude de pratiquer sur l'exploitation familiale. Il dit que ces choix leur ont permis de gagner. Or au vu des pratiques choisies (Introduction de plantes à mycorhizes, apporter des mycorhizes du commerce, faire des rotations de plantes à mycorhizes) il semble que ce soit davantage des cartes choisies par stratégie que par pratique habituelle sur son exploitation.

Quant à la carte « travail profond » il ne l'a pas choisie, ni jouée.

C'est comme si **Bastien** se convainc que ses pratiques habituelles, ses conceptions préalables lui ont permis de gagner. Même si en réalité il n'a pas joué ces cartes.

Il s'agit en l'occurrence d'un bel exemple de l'influence des conceptions des élèves sur un thème et l'obstacle à l'apprentissage qu'elle peut représenter.

En revanche, il semble avoir retenu le fonctionnement des mycorhizes et leur utilité pour la plante.

En conclusion, les conceptions des élèves sont ressorties essentiellement dans leur choix des cartes. Ils ont pour la plupart pris les cartes qui ressemblait à leur vision de l'agriculture. Lors de leurs échanges ils semblent que chacun campe sur sa position déjà bien définie sur le sujet du travail du sol. Enfin l'influence de ses conceptions apparaît lors des entretiens avec les élèves. Un certain nombre de propos font davantage appel aux conceptions initiales (« Laurent fait du semis direct », « Le labour a permis de gagner ») qu'à la réalité.

4.2.3 Hypothèse 2 : Influence du dispositif sur les conceptions des élèves

Afin de répondre à cette hypothèse, on s'appuiera sur l'apport de la vidéo, des entretiens entre élèves et du quizz réalisé 2 mois après la séance.

A. Les éléments de la situation d'apprentissage pouvant influencer les conceptions des élèves

Éléments de connaissance apportés durant la séance

Le dispositif Mymyx présente à la fois les intérêts des mycorhizes pour les cultures mais également les pratiques qui les favorisent ou les détruisent.

L'annexe 2 présente un extrait du diaporama présenté aux élèves lors de la séance. Ont été apportés aux élèves des éléments de connaissances sur l'utilité des mycorhizes que sont :

l'absorption d'éléments nutritifs, l'absorption de l'eau, l'agrégation des sols, la protection contre les pathogènes.

A la fin de la séance, une fiche a été remise aux élèves. Elle est présentée en Annexe 3. Cette fiche reprend les trois thèmes développés dans le dispositif Mymyx : Que sont les mycorhizes, à quoi servent-elles et comment les favoriser sur son exploitation ?

Explications données par l'enseignant durant le jeu

Les explications que j'ai pu donner au cours du jeu ont pu influencer les conceptions des élèves. J'ai donc analysé l'ensemble de mes explications durant le jeu, et durant la phase de synthèse.

J'ai identifié 2 types d'explications fournies durant le jeu :

- Des conseils sur la stratégie à conduire (par exemple, mycorhizer le plus vite des racines donne davantage de filaments)
- Des rappels du diaporama présenté. Par exemple les raisons pour lesquelles l'utilisation d'engrais systématique nuit aux champignons, les pratiques qui vont le favoriser, ou le fait que les alliacées soient favorables aux mycorhizes.

J'ai également mené des phases de synthèse à la fin de chaque partie de jeu.

J'ai noté une phrase qui pourrait expliquer la raison pour laquelle, lors des quatre entretiens avec les élèves, ils ont mentionné le fait « d'apprendre en jouant » ou d'apprendre en s'amusant »

En effet lors de la synthèse, je dis « *Ce n'est pas qu'un jeu, derrière il faut que vous puissiez voir l'intérêt pédagogique* ».

J'avais regardé un première fois l'enregistrement vidéo puis mené les entretiens. A l'issue des entretiens, au vu des nombreuses allusions au travail du sol, labour, semis direct...j'ai cru que mes propos lors du jeu avaient influencé les élèves.

Mais lors du 2nd visionnage en détail, j'ai recensé mes explications et noté que l'accent était mis durant la séance sur les pratiques en général qui favorisent les mycorhizes et pas uniquement les pratiques en lien avec le travail du sol. A vrai dire, les allusions au travail du sol sont mêmes plutôt rares.

B. Les marqueurs permettant d'évaluer l'influence du dispositif sur les élèves

L'hypothèse 2 est que le dispositif peut influencer les conceptions des élèves en présentant les intérêts de la biodiversité des sols pour les cultures et l'impact des pratiques agricoles sur cette biodiversité. Analysons les marqueurs d'influence du dispositif à travers les échanges entre élèves et avec l'enseignant au cours du jeu, les entretiens avec les 4 élèves, ainsi que le quizz réalisé 2 mois après la séance.

Les échanges avec l'enseignant

- **Synthèse du groupe 1 :**

Enseignant : Qu'est-ce que vous retenir comme pratiques qui favorisent les mycorhizes ?

Laurent : *Faut pas trop bouleverser le sol*

Mathis : *le semis direct quoi !*

Enseignant : ce n'est pas que ça...(....).....Est-ce-que vous pensez que ça peut apporter quelque chose de favoriser les mycorhizes sur son exploitation ?

Léo : *je sais pas, j'en ai jamais entendu parler*

Enseignant : il te faudrait des preuves ?

Léo : *Oui c'est pas un jeu qui va nous faire changer d'avis, qui va dire que ça apporte ou quoi*

Enseignant : je suis d'accord, le jeu montre quelles pratiques favorisent ou pas les mycorhizes, faut considérer les avantages des mycorhizes...

(...) Quand on utilise un fongicide, on ne détruit pas seulement les champignons pathogènes mais aussi quelque chose qu'on ne savait même pas qui existait. Faut être curieux, faut regarder par soi-même.

Léo : *Faut quand même en mettre des pesticides pour le rendement*

Laurent : *Si après le rendement il est faible, on est pas gagnant*

Enseignant : ok faut peser le pour et le contre(...)

Les élèves par leur propos montrent qu'ils sont encore sceptiques quant à l'avantage de favoriser les mycorhizes sur leurs futures exploitations.

On notera l'intervention de Léo, qui rappelle qu'un jeu ne lui suffit pas pour changer d'avis. Il semble donc qu'il perçoit cette situation d'apprentissage comme un moyen de persuasion. Il est vraisemblablement conscient qu'un changement lui est demandé. L'emploi de ma part du mot « preuves » peut aussi avoir été perçu comme une tentative de persuasion.

Laurent lui emploie une expression qui est propre aux partisans du semis direct en disant qu'il ne faut pas bouleverser le sol. Cette séance aura donc confirmé sa propre conception du travail du sol

- **Synthèse du Groupe 2:**

Enseignant : En gros qu'est-ce-que vous retenir comme pratiques qui favorisent les mycorhizes ?

Bastien : *On laboure à 50 ,on fait quart de tour*

Enseignant : Alors non sérieusement

Yanis : *quart de tour tu dois avoir plus qu'à 50*

Bastien : *mais moi je suis à 50 de normal (Yanis et Bastien discutent de la profondeur de labour)*

Enseignant : Est-ce que vous pensez que favoriser les mycorhizes ça peut être quelque chose de bénéfique sur votre exploitation ?

Bastien : *non*

Manon: *ben si*

Bastien : *si depuis la préhistoire ils se font **** à labourer et tout c'est que ça marche hein*

Enseignant : (.....)Ça vaut le coup de se poser les questions et de se renseigner

Alors que j'interroge les élèves sur l'intérêt des mycorhizes, Bastien rabat le sujet invariablement sur le labour. Il paraît même provocateur dans ses réponses, en affirmant que

les mycorhizes ne sont pas bénéfiques et que sa pratique du labour profond (en travail très profond) est la bonne. Sa réplique finale sur l'importance du labour depuis la préhistoire démontre à quel point la question reste vive et controversée dans l'enseignement car confrontée à des conceptions très ancrées chez les élèves.

Echanges entre les élèves.

- Léo, lorsqu'il se rend compte que le binôme adverse a pris la carte « travail du sol profond » et va la jouer : « *Oh non ils ont pris travail du sol profond ! ... (rires)* »
- Lors de l'échange entre les deux groupes, Léo conseille aux nouveaux joueurs : « *Prenez un gros labour comme carte !* »
- Léo qui dit en posant les filaments mycorhiziens : « *je rentre tout mon système là, mon système écologique.* »
- **Arnaud** et **Yanis** se rendent compte qu'ils n'ont pas pris assez de cartes, il se lèvent pour aller chercher d'autres cartes et choisissent en premier la carte « pratiquer l'agroforesterie ». Il s'agit de la carte qu'ils avaient déjà déposé parce que non partisans de l'agroforesterie, mais ils ont réalisé que cette carte pourrait rapporter des points.

Même si les processus agronomiques en jeu ne sont pas totalement compris, la plupart des élèves arrivent au cours du jeu à distinguer les pratiques agroécologiques de celles qui le sont moins. Ils comprennent quelles pratiques favoriseront les mycorhizes ou non.

Il est intéressant de noter que Léo utilise les termes « système » et « écologique ». Bien que la définition d'un système écologique ne puisse s'appliquer au réseau mycorhizien, il semble que le réseau formé par les mycorhizes lui évoque un ensemble d'interactions en lien avec l'écologie.

Un des objectifs du jeu est donc atteint.

Le quizz après le dispositif

Environ deux mois après cette séance, un quizz reprenant en partie les mêmes questions a été proposé aux élèves. L'ensemble des questions est présenté en annexe 4.

Le tableau suivant présente 5 questions qui ont été communes aux 2 quizzs et l'évolution entre les réponses avant le quizz et après le quizz.

Tableau 2 : Résultats du quizz posé après Mymyx

Les réponses erronées apparaissent en rouge, les bonnes réponses apparaissent en vert.

	Arnaud		Bastien		Laurent		Yanis		Classe- % de bonnes réponses	
Thème des questions	Avant Mymyx	Après Mymyx	Avant Mymyx	Après Mymyx	Avant Mymyx	Après Mymyx	Avant Mymyx	Après Mymyx	Avant Mymyx	Après Mymyx
Le pourcentage de plantes mycorhizées	80%	80%	80%	20%	80%	80%	50%	20%	63%	63%
Les mycorhizes fixent l'azote de l'air	VRAI	VRAI	VRAI	FAUX	VRAI	FAUX	VRAI	VRAI	13%	38%
Les mycorhizes facilitent l'absorption du Phosphore	VRAI	VRAI	VRAI	FAUX	VRAI	VRAI	VRAI	VRAI	100%	88%
Le travail du sol profond favorise les mycorhizes	VRAI	FAUX	VRAI	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	63%	100%
L'utilisation d'engrais chimique favorise les mycorhizes	VRAI	FAUX	VRAI	VRAI	VRAI	FAUX	FAUX	FAUX	38%	88%
% de bonnes réponses	40%	80%	40%	40%	60%	100%	40%	60%	55%	75%

Certains résultats attirent notre attention :

- D'une part le pourcentage de réponses à la question du travail du sol qui passe de 63% à 100% dans la classe. La fait que le travail du sol profond ne favorise pas les mycorhizes semble avoir été assimilé.
 - D'autre part les résultats de Bastien, qui de réponses justes au 1^{er} quizz passe à des réponses fausses aux 2nd quizz. Il s'agit vraisemblablement de savoirs non stabilisés pour le moment.
 - il est aussi intéressant de noter que pour certaines questions, comme l'utilisation d'engrais chimique, ou le fait que les mycorhizes permettent de fixer l'azote de l'air, les élèves restent sur leur position.
 - L'ensemble des élèves progressent dans leur score. Laurent qui avait obtenu 60% de bonnes réponses fait un sans-faute lors du 2^{ème} quizz. Seul deux élèves ne progressent pas ce sont Bastien et Léo. Bastien a été globalement réfractaire aux pratiques agroécologiques que proposait le jeu. Léo, lui a dit ne pas être convaincu par « un jeu ».
 - Ces observations sont aussi un élément de réponse à notre hypothèse 1, montrant l'importance des conceptions sur une situation d'apprentissage.
- Bien sûr, les réponses à un quizz ne sont qu'un pan de ce que sont les conceptions des élèves.

5. Discussion et perspectives d'exploitation professionnelles

5.1 Discussion des résultats

Hypothèse 1 : Au vu des représentations fortement ancrées sur le sujet du travail du sol, nous faisons l'hypothèse que les conceptions des élèves sur ce thème influenceront sur une situation d'apprentissage, quelle qu'elle soit.

Cette hypothèse est validée. Les élèves ont montré qu'ils étaient très attachés à leurs convictions personnelles. Cet attachement à leur conviction a eu une influence sur la situation d'apprentissage. D'une part, dans leurs relations avec les pairs, parfois tendue, confirmant ainsi que la question du travail du sol est une question socialement vive. Comme Compagnone l'a mis en évidence pour les agriculteurs, chez les élèves aussi la question du type de travail de sol est très structurante sur le type d'agriculture que l'on mène. Laurent a donc été systématiquement associé au semis direct, à l'agriculture biologique, bien qu'il n'ait pas fait ces choix au cours du jeu.

Notons par ailleurs que la plupart des agriculteurs en Agriculture Biologique pratiquent le labour et non le semis direct. Les élèves ont donc des représentations fortement ancrées associées à un manque de connaissances.

D'autre part, l'influence de ces conceptions impacte l'apprentissage même des élèves. Ainsi Bastien qui était réfractaire aux pratiques différentes de ce qu'il pratique, s'est enfermé dans une « fausse réalité ». Il est celui qui au quizz obtient le plus mauvais score (avant et après la séance). On notera aussi qu'il est resté campé sur certaines de ses positions et ne progresse pas entre le quizz avant Mymyx et celui réalisé après.

Enfin, ces conceptions ont une influence sur le comportement de l'élève qui entend un message contraire à ses propres représentations. D'après Cialdini (Guégan, 2016), toute personne a tendance à se conformer au principe de cohérence comportementale défini comme « *le désir quasi obsessionnel d'être et de paraître cohérents dans notre comportement. Dès que nous avons pris position ou opté pour une certaine attitude, nous nous trouvons soumis à des pressions intérieures et extérieures qui nous obligent à agir dans la ligne de notre position première : nous réagirons de façon à justifier nos décisions antérieures* ». On peut supposer que Bastien par exemple, s'est senti tenu de défendre sa position connue de tous. Il était contraint de défendre une attitude habituelle et a donc affirmé avoir gagné avec un travail du sol profond. La théorie de l'engagement de Joule et Beauvois mentionne également le fait que les actes nous engagent plus que les idées ou les sentiments. En l'occurrence, nombre d'élèves de la classe sont engagés dans la pratique du travail du sol profond et du labour sur l'exploitation familiale. Ils ont l'habitude de pratiquer cette technique. Cette stabilité produite par l'engagement crée donc ce que Joule et Beauvois ont appelé « l'effet gel » et que l'on semble observer au cours de cette séance.

Hypothèse 2 : Nous faisons l'hypothèse qu'une situation d'apprentissage mettant en valeur un exemple des services fournis par la biodiversité des sols, et l'impact des pratiques du travail du sol sur cette biodiversité peut engager les élèves dans un raisonnement de leurs pratiques de travail du sol et donc influencer sur leur conception initiale.

Il apparaît plus difficile de valider cette hypothèse.

Globalement qu'ils aient adhéré ou non aux pratiques et à leur utilisation future, les élèves ont été capables presque intuitivement d'identifier les pratiques qui favorisaient les mycorhizes de celles qui les détruisaient. En un sens, ils ont donc initié un travail de raisonnement des pratiques agricoles habituelles y compris celles du travail du sol. En effet, au quizz final, 100% des élèves ont bien répondu quant à savoir si le travail du sol profond favorisait les mycorhizes ou non. Bien que n'exprimant pas une adhésion totale sur le sujet des mycorhizes, les élèves progressent dans leur pourcentage de bonnes réponses.

En revanche, des commentaires laissent entendre que les élèves n'ont pas été convaincus de l'intérêt de préserver les mycorhizes sur leurs futures exploitations. Une remarque de Léo confirme cette idée. « *Oui c'est pas un jeu qui va nous faire changer d'avis, qui va dire que ça apporte ou quoi* ». Il semble que l'idée essentielle qui a été retenue est davantage celle du fonctionnement des mycorhizes et moins celle de l'intérêt pour un agriculteur de valoriser ces mycorhizes.

Il se peut que le jeu ait été pour certains trop détaché de la réalité. La théorie de l'engagement nous éclaire sur le fait que l'acte peut engager s'il est relié à la réalité. Une des citations des élèves indique que pour certains le jeu peut sembler déconnecté du monde réel. Il dit : « *L'agroforesterie j'aime pas ...mais dans le jeu ça doit rapporter quelque chose* ». Le lien fort est établi entre la pratique et le nombre de points que cela peut rapporter dans le jeu. En revanche, le lien entre la pratique et la préservation des mycorhizes dans la « vraie vie » semble éludé.

Il se peut également que l'activité, perçue comme un acte de persuasion, ait déclenché un « effet boomerang » tel que le décrit Joule et Beauvois dans leur théorie de l'engagement. En effet si des élèves déjà fortement engagés dans leurs pratiques, ont eu l'impression qu'on cherchait à les convaincre, il se peut qu'ils se soient enfermés d'autant plus dans leurs conceptions initiales. A ce moment l'effet du dispositif serait contraire à celui escompté.

5.2 Perspectives d'exploitation professionnelles

Plusieurs perspectives se dégagent de cette étude :

- L'utilisation d'un jeu semble un moyen efficace pour traiter de cette question socialement vive.

Il n'y a peut-être pas eu adhésion de tous sur les pratiques de travail du sol mais globalement le sujet ne leur a pas été insensible. On peut supposer que l'aspect ludique a favorisé cet intérêt. En effet Guégan (2016) dans son ouvrage sur les ruses éducatives mentionne le jeu. Il explique que « *la situation fictive induite par le jeu nécessite une implication intellectuelle et émotionnelle*

bien réelle et souvent plus importante que dans le déroulement ordinaire d'un cours qui laisse toute latitude à l'élève de faire semblant de s'intéresser aux sujets traités. »

Guégan met aussi en évidence l'intérêt pour l'enseignant d'être en retrait durant le temps du jeu. S'il peut être tentant pour l'enseignant de valoriser l'intérêt pédagogique du jeu en transmettant les savoirs au fur et à mesure du déroulement de la partie, cette attitude peut être contreproductive.

En effet il peut choisir de se positionner en tant qu'animateur. Cette stratégie permet aux élèves de s'engager plus pleinement dans le jeu.

En revanche, dans le cadre d'un jeu, l'aspect compétitif très prégnant peut occulter les savoirs. La compétition du jeu peut exacerber les tensions liées aux conceptions des élèves. Ou alors d'autres élèves peuvent être si focalisés sur le jeu qu'ils ne prêtent pas assez attention aux savoirs sous-jacents transmis.

- Le fait que le dispositif ait pu être perçu comme un élément de persuasion, attire notre attention sur la façon dont l'enseignant construit sa séance. Les élèves peuvent être conscients des intentions même non mentionnées par l'enseignant et peuvent se montrer d'autant plus méfiants.

- Cette expérience menée a attiré mon attention sur l'approche manichéenne entre le non labour et le pro labour que l'on peut parfois avoir en tant qu'enseignant. Aujourd'hui il existe une multiplicité de pratiques de travail du sol. Plus important encore que le choix des bonnes pratiques est l'importance des bonnes modalités de mises en œuvre. Le but de l'enseignant n'est pas de proposer aux élèves un choix unique, mais un choix multiple qui s'adapterait à chaque condition particulière de leurs futures exploitations.

D'ailleurs, dans le cas de Léo et Laurent, un binôme opposé sur le sujet, le terrain d'entente a été les techniques culturales simplifiées. L'un a renoncé au travail profond et au labour, l'autre au semis direct.

Ainsi la recherche d'un terrain d'entente entre élèves et entre les élèves et enseignants serait une base paisible permettant d'apporter par la suite des arguments supplémentaires pour chaque technique de travail du sol.

- Simmoneaux et Cancian (2013) ont opté avec une classe de BTSA sur la construction d'un raisonnement socio-éco-agronomique incluant donc les dimensions sociologiques environnementales, économiques et agronomiques afin de répondre à la QSV de la réduction des pesticides. Bien que le sujet ne soit pas le même, la pertinence d'une approche pluri dimensionnelle pour traiter du labour se pose.

Par exemple, afin d'aider les élèves à raisonner les choix de techniques de travail du sol, une approche économique pourrait consister à comparer les coûts et les charges de chaque méthode. Une approche agronomique pourrait consister à comparer les rendements obtenus et les effets des méthodes de travail du sol sur les composantes de l'agroécosystème dans sa

globalité. Une autre approche serait celle d'allier la biologie et l'agronomie en sensibilisant les élèves à la biodiversité des sols tout en identifiant les pratiques qui la préserve ou la détruit. L'enseignant d'histoire pourrait apporter un éclairage quant à l'usage du labour. A quand remonte-t-il ? Comment a-t-il évolué au fil des siècles ?

L'enseignant d'agroéquipement pourrait présenter les différents outils utilisés en semis direct, en substitution du labour. La combinaison de plusieurs matières se révélerait ainsi peut-être plus pertinente que l'entrée par une seule matière.

Ce pourrait être ainsi le thème d'un projet mené en pluridisciplinarité avec les enseignants d'agronomie, biologie, économie et histoire et d'agroéquipement avec pour thème : « Je le travaille ou pas mon sol ? ».

Conclusion

La complexité de l'enseignement des savoirs agroécologiques et en particulier de la question socialement vive du travail du sol a motivé cette étude. Les enseignants d'agronomie ont le désir d'engager leurs élèves dans la transition agroécologique mais ils se heurtent parfois aux conceptions ancrées des élèves au sujet du travail du sol. L'objectif final de ces enseignants n'est pas de faire changer d'avis les élèves sur la pratique ou non du labour, mais d'initier un raisonnement sur les pratiques du travail du sol en général.

Au cours de cette étude, le dispositif Mymyx incluant un jeu plateau a été mis en place auprès d'une classe de 1^{ère} Conduite et Gestion de l'Entreprise Agricole.

Deux hypothèses ont été posées dans cette étude :

- La première hypothèse était celle que les conceptions des élèves sur le thème du travail du sol influeraient sur la situation d'apprentissage proposée

Les résultats montrent que cette hypothèse a été validée. Certains élèves étant pro labour, ont gardé tout au long du jeu, un comportement en accord avec leurs affirmations. Pour certains, cette position a été si prégnante, qu'elle semble avoir constitué, pour eux, un obstacle à l'apprentissage.

- La seconde hypothèse affirmait que cette situation d'apprentissage qui présentait un exemple des services fournis par la biodiversité des sols, et l'impact des pratiques du travail du sol sur cette biodiversité engagerait les élèves dans un raisonnement sur leurs pratiques de travail du sol et donc influencerait sur leurs conceptions initiales.

L'analyse des vidéos, des entretiens d'explicitation et les résultats aux différents quizz n'ont pas permis de valider totalement cette hypothèse.

En effet si les élèves ont globalement bien retenu les savoirs théoriques, ils ne semblent pas tous avoir adhéré à un raisonnement des pratiques de travail du sol. Certains se sont même enfermés dans une position réfractaire au changement.

Il ressort de cette étude que l'enseignement du « bon » travail du sol est complexe. Les élèves peuvent lorsqu'ils décèlent une volonté de persuasion de l'enseignant aux changements de pratiques, camper davantage encore sur leurs positions. Les relations entre pairs sont parfois tendues et le rôle de l'enseignant sera de les désamorcer, afin d'éviter une stigmatisation de certains élèves.

Le jeu paraît être une bonne porte d'entrée pour traiter du sujet. Les élèves sont impliqués dans l'apprentissage, et le côté ludique peut parfois amener certains élèves à faire des compromis sur leurs conceptions.

Un aspect très important de l'enseignement des bonnes pratiques de travail du sol sera de nuancer le propos. L'enseignant d'agronomie ne peut se limiter à présenter aux élèves le choix entre le labour et le non labour. Le raisonnement des pratiques est la clef vers l'engagement des élèves dans la transition agroécologique. Les élèves sont également très attentifs aux intérêts qu'ils auront à mettre en œuvre telle ou telle pratique.

Enfin, comme le montre ce dispositif une approche pluridisciplinaire permet d'aborder le sujet d'une manière plus globale. On pourrait ainsi imaginer un projet filé sur une année utilisant les apports, outre ceux de l'agronomie et de la biologie, de la physique-chimie, de l'histoire, de l'économie et évidemment de l'agroéquipement.

Références bibliographiques

- Balas-Chanel, A. 2002. L'Entretien d'explicitation. Accompagner l'apprenant vers la métacognition explicite », *Éduquer*, 1 | 2e trimestre 2002, mis en ligne le 15 octobre 2008, consulté à l'adresse <http://rechercheseducations.revues.org/159>
- Bruand, A. 2009. Qu'est-ce que le sol ? *Le sol*. Directeur de publications Pierre Stengel. Editions Quae
- Chave, M., Angeon, V. 2017. Outil pédagogique Mymyx. Imiter les interactions biologiques pour la santé des plantes.
- Compagnone, C., & Pribetich, J. 2017. Quand l'abandon du labour interroge les manières d'être agriculteur. *Revue Française de Socio-Économie*, (18), 101-121. <https://doi.org/10.3917/rfse.018.0101>
- Cndp, 2018. *Évaluer les élèves avec Plickers*. Réseau Canopée. Consulté 18 avril 2018, à l'adresse <http://www.cndp.fr/crdp-dijon/Evaluer-les-eleves-avec-Plickers.html>
- Decaëns, T, Lavelle, P., Aubert, M., Barot, S., Blouin, M. 2006. *Soil invertebrates and ecosystem services*. European journal of soil biology, 2006
- DGER. 2017. Référentiel du diplôme Bac Professionnel Conduite Gestion Entreprise Agricole.pdf (s. d.). Consulté à l'adresse http://www.chlorofil.fr/fileadmin/user_upload/diplomes/ref/bacpro/CGEA/BacPro-CGEA-Ress-PresentationDGER.pdf
- DGER. 2014. *Enseigner à produire autrement*. Consulté à l'adresse http://agriculture.gouv.fr/sites/minagri/files/enseigner_a_produire_autrement.pdf
- Doré, T., Le Bail, M., Martin, P., Ney, B., Roger-Estrade, J. 2006. *L'agronomie aujourd'hui*. Editions Quae. Paris
- Doré, T. 2013. Contribution au débat de l'atelier « enseigner à produire autrement, Concertation pour l'avenir de l'enseignement agricole, DGER, 2p.
- FAO, 2014. Consulté à l'adresse <http://www.fao.org/resources/infographics/infographics-details/fr/c/271188/>
- Fortin, J.A., Plenchette, C., Piché, Y. 2015. Les mycorhizes. L'essor de la nouvelle révolution verte. Paris. Editions QUAE. Paris
- Gis Sol. 2011. Synthèse sur l'état des sols de France. Groupement d'intérêt scientifique sur les sols, 24 p.

- Goulet, F., & Vinck, D. 2012. L'innovation par retrait. Contribution à une sociologie du détachement. *Revue française de sociologie*, 53(2), 195. <https://doi.org/10.3917/rfs.532.0195>
- Guegan, Y. 2014. *Les ruses éducatives. Agir en stratégie pour mobiliser les élèves*. 5^{ème} édition. ESF Editeur
- Guerrier et al. 2017. Transition agroécologique, transition pédagogique. JRSS Lyon 14-15 décembre 2017
- Heddadj, D., Le Roux, L. 2008. *Techniques Culturelles Sans labour en Bretagne. Guide pratique 2008*. Chambre d'agriculture de Bretagne, Arvalis Institut du Végétal. St-Thonan
- IFEN, 2006, « Un quart du littoral recule du fait de l'érosion » *Le 4 pages*, No.113, 4 p.
- Jochems-Tanguay, L. 2014. Les inoculants mycorhiziens pour une agriculture québécoise plus productive et moins dépendante aux engrais minéraux phosphatés. Thèse-Université de Sherbrooke.
- Joule, R-V., Beauvois, J-L. 2014. *Petit traité de manipulation à l'usage des honnêtes gens*. PRESSES UNIVERSITAIRES DE GRENOBLE. 320p
- Labreuche, J., SOUDER, L., Castillon, P., & Ouvry, J. F. 2007. Evaluation des impacts environnementaux des Techniques Culturelles Sans labour (TCSL) en France. *Partie I: La pratique des TCSL en France*. ADEME.
- Labreuche, J., Laurent, F., Roger-Estrade, J. 2014. *Faut-il travailler le sol ? Acquis et innovations pour une agriculture durable*. Editions Quae, Arvalis. Paris
- Legardez, A., Simonneaux, L. 2006. *L'école à l'épreuve de l'actualité - Enseigner les questions vives*, éd. ESF, 2006.
- Lipp, A. 2016. Question socialement vive et développement du pouvoir d'action des enseignants et des élèves : la question du bien-être animal en élevage dans les lycées professionnels agricoles. Thèse de doctorat de l'Université de Toulouse.
- Magro, A., Hemptinne, J-L., Robottom, I. 2011. Education à l'écologie, éducation à l'environnement, éducation au développement durable : une perspective critique. *Enseigner l'écologie : une autre approche didactique*, Educagri éditions. Dijon.France. pp.13-26.
- Martinez, C. 1997. L'entretien d'explicitation comme instrument de recueil de données. *Explicitation*, 21, 2-7.
- Mayen, P. 2013. Apprendre à produire autrement : quelques conséquences pour former à produire autrement. *Pour*, (219), 247-270. <https://doi.org/10.3917/pour.219.0247>

- Métral, J.-F., Olry, P., David, M., Chrétien, F., Prévost, P., Cancian, N.,... Simonneaux, L. (2016). Ruptures ou ajustements provoqués entre pratiques agricoles et enseignement de ces pratiques. Implantation et gouvernance de la réforme «Produire autrement». *Formation emploi. Revue française de sciences sociales*, (135), 53–74.
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.
- Ministère du développement durable, 2014. *L'érosion hydrique des sols : Observation et statistiques*. (s. d.). Consulté à l'adresse <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/lessentiel/ar/272/1122/lerosion-hydrique-sols.html>
- Mollier, P. 2013. *Un point critique : la gestion des adventices*. Dossier Inra : l'agriculture de conservation : faut-il labourer le sol ?. [http://www.inra.fr/Chercheurs-etudiants/Agroecologie/Tous-les-dossiers/L-agriculture-de-conservation/La-gestion-des-adventices/\(key\)/3](http://www.inra.fr/Chercheurs-etudiants/Agroecologie/Tous-les-dossiers/L-agriculture-de-conservation/La-gestion-des-adventices/(key)/3) >
- Reisner, Y., de Filippi, R., Herzog, F., & Palma, J. 2007. Target regions for silvoarable agroforestry in Europe. *Ecological Engineering*, 29(4), 401-418. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2006.09.020>
- Reboud, X. et al, 2017. Usages et alternatives au glyphosate dans l'agriculture française. Inra à la saisine Ref TR507024, 85 pages
- Ritter, J. 2012. *L'érosion du sol – Causes et effets*, à l'adresse <http://www.omafr.gov.on.ca/french/engineer/facts/12-054.htm>
- Simonneaux, L., & Cancian, N. 2013. Enseigner pour produire autrement : l'exemple de la réduction des pesticides. *Pour*, 219(3), 115. <https://doi.org/10.3917/pour.219.0115>
- Simonneaux, L., Simonneaux, J., & Cancian, N. 2016. QSV Agro-environnementales et changements de société : Transition éducative pour une transition de société via la transition agroécologique. *DIRE - Diversité REcherches et terrains*, (8). Consulté à l'adresse <http://epublications.unilim.fr/revues/dire/773>
- Solagro, 2013. Synthèse technique semis direct sous couverture végétale. Consulté à l'adresse http://www.osez-agroecologie.org/images/imagesCK/files/syntheses/f451_synthese-technique-semis-direct-sous-couverture-vegetale.pdf
- Steinbeck, J. 1947. *Les raisins de la colère*. Editions Gallimard
- Stengel, P., Bruckler, L., Balesdent, J. 2009. *Le sol*. Editions Quae.
- Vermersch, P. 2014. *L'entretien d'explicitation*. 9^{ème} édition. Esf Editeur

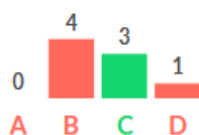
Veyrac, H., & Asloun, N. 2009. Les tâches appropriées des professeurs d'enseignement professionnel: Illustration du hiatus entre travail en entreprise et formation. *Activites*, 06(1). <https://doi.org/10.4000/activites.2138>

Annexe 1 : Quizz Séance Mymyx-Questions et résultats

Correct: 38%

Les mycorhizes sont :

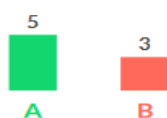
- A des champignons
- B des bactéries
- C des symbioses racines-champignons
- D des symbioses racines-bactéries



Correct: 63%

On trouve les champignons mycorhiziens dans le sol en forêt

- A Vrai
- B Faux

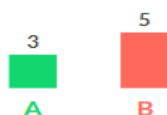


Dec 11, 2017 1ère CGEA

Correct: 38%

On trouve les champignons mycorhiziens dans l'eau.

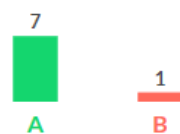
- A Vrai
- B Faux



Correct: 88%

Les mycorhizes permettent d'améliorer les rendements

- A Vrai
- B Faux

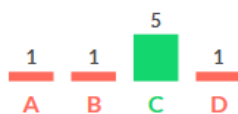


Dec 11, 2017 1ère CGEA

Correct: 63%

Quel est le pourcentage d'espèces de plantes pouvant être mycorhizées?

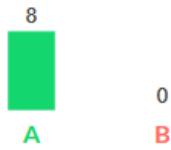
- A 20%
- B 50%
- C 80%
- D 100%



Correct: 100%

Les mycorhizes permettent d'améliorer l'absorption du phosphore.

- A Vrai
- B Faux

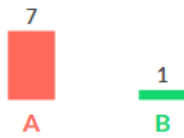


Dec 11, 2017 1ère CGEA

Correct: 13%

Les mycorhizes permettent de fixer l'azote de l'air .

- A Vrai
- B Faux

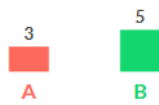


Dec 11, 2017 1ère CGEA

Correct: 63%

Le travail du sol profond favorise le développement des mycorhizes dans mon sol

- A Vrai
- B Faux

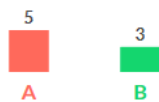


Dec 11, 2017 1ère CGEA

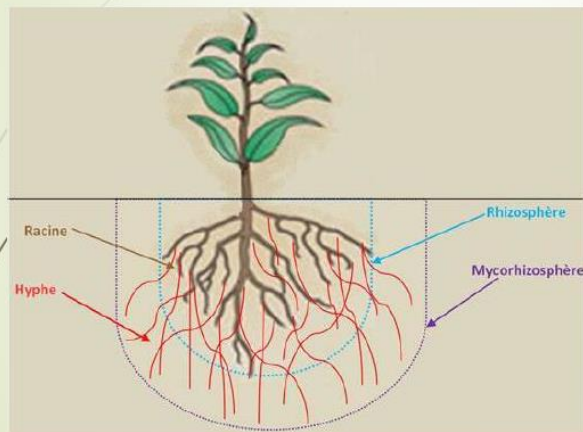
Correct: 38%

L'apport d'engrais chimiques de synthèse favorise le développement des mycorhizes dans mon sol.

- A Vrai
- B Faux



L'absorption d'éléments nutritifs



- Les mycorhizes permettent à la plante de bénéficier meilleur absorption des éléments nutritifs et notamment le phosphore grâce au réseau d'hyphes du champignons

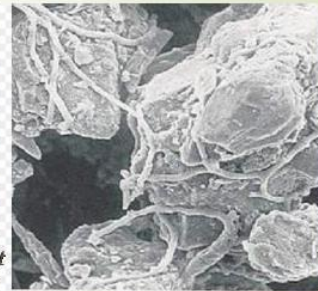
L'absorption de l'eau

- Le mycélium des champignons permet à la plante de puiser l'eau de petits interstices qui ne sont habituellement pas accessibles aux racines des plantes

Ainsi les plantes mycorhizées ont tendance à être moins affectées par les périodes de sécheresse

L'agrégation des sols

- Le réseau mycélien contribue à l'assemblage et au maintien des agrégats du sol.
- Sécrétion de substances fongiques qui agissent sur le sol comme une colle



Réseau de filaments mycéliens réunissant des particules minérales et organiques

La protection contre les pathogènes

- La mycorhization est une protection contre les pathogènes, principalement contre les champignons et nématodes
- Avantages nutritionnels qu'offre mycorhization permet aux plantes d'être plus vigoureuses
- Mycorhization entraîne la plante dans un état de défense qui lui permet d'être plus efficace dans ses réponses aux attaques de pathogènes
- Champignons mycorhizien sont en compétition directe avec champignons pathogènes pour les ressources énergétiques

LES MYCORHIZES : QUOI ? POUR QUOI ?

Les mycorhizes sont des associations symbiotiques entre des champignons présents dans la grande majorité des sols et les racines des plantes. Ces symbioses permettent à la plante de multiplier sa surface de contact avec le sol grâce au développement d'un réseau de filaments fongiques, facilitant une plus grande prospection et ainsi un meilleur accès à l'eau et aux éléments nutritifs du sol. En échange de ces éléments, la plante fournit au champignon une partie des composés qu'elle photosynthétise et sans lesquels il ne peut se développer.



La symbiose favorise ainsi la croissance des plantes. Elle leur permet également de mieux résister aux stress environnementaux (carences, sécheresse, salinité, pollution...) et aux attaques de bio-agresseurs (bactéries, champignons, nématodes ...).



Différents processus sont identifiés :

- Augmentation de la vigueur de la plante
- Compétition pour les sites racinaires
- Stimulation des défenses naturelles
- Modification de l'exsudation racinaire
- Transfert de molécules signal



LES MYCORHIZES EN QUELQUES CHIFFRES

- 450 Millions d'années d'interaction entre plantes et champignons du sol, symbiose obligatoire avec transfert de carbone de la plante au champignon et d'éléments minéraux (phosphore, azote...) du champignon à la plante.
- 80% des plantes terrestres s'associent avec les mycorhizes dont la plupart sont des plantes agricoles et horticoles.
- Jusqu'à 1 km de réseau pour 1 m de système racinaire.

SERVICES ATTENDUS

- ★ Meilleure absorption des éléments nutritifs (N,P,K...)
- ★ Protection contre les maladies du sol (nématodes, fusariose, rhizoctonia ...)
- ★ Augmentation des ramifications racinaires
- ★ Augmentation des rendements et de la qualité des fruits et légumes
- ★ Stabilité du sol

Les conceptions des élèves et l'enseignement des pratiques de travail du sol par un jeu sérieux

Auteur : Mélanie NELSON

Codirectrice de mémoire : Hélène Veyrac
Codirectrice de mémoire : Alexandra Magro

Année : 2018

Nombre de pages : 61

Résumé :

Les enseignants d'agronomie et de biologie ont la responsabilité de sensibiliser les élèves à la préservation de la biodiversité du sol et notamment aux pratiques de travail du sol qui la favorise. Néanmoins ces enseignants sont parfois confrontés à la difficulté de transmission de savoirs ayant trait à l'agroécologie. Les obstacles à l'apprentissage sont en partie expliqués par des conceptions fortement ancrées chez certains élèves. L'objet de ce mémoire est d'observer une situation d'apprentissage incluant le dispositif Mymyx. Ce dispositif met l'accent sur un aspect essentiel de la biodiversité des sols : les mycorhizes. L'objectif est de présenter ces symbioses, les intérêts qu'elles présentent pour les cultures et les moyens de les favoriser.

Une approche présentant à la fois un exemple des services fournis par la biodiversité et l'impact des pratiques de travail du sol pourrait-elle sensibiliser les élèves à l'importance de raisonner celles-ci ? Les résultats montrent que si le dispositif et principalement la phase de jeu de plateau ont conquis les élèves, il a été perçu par certains comme un moyen de persuasion. Au cours des entretiens, les élèves déjà engagés dans certaines représentations ont exprimé leur réticence à changer de méthodes. D'autres aux conceptions moins ancrées ont perçu l'activité comme une façon d'apprendre différente et ludique.

Mots-clés : Travail du sol, labour, conceptions, mycorhizes, Question socialement vive, théorie de l'engagement, entretien d'explicitation, enseignement de l'agronomie, Mymyx,

Abstract :

Biology and agronomy teachers have the responsibility to educate their students about preserving the soil's biodiversity and the tillage that favors it. However, these teachers are sometimes confronted to the challenge of imparting the knowledge about agroecology. The difficulties that hinder learning are sometimes explained by deeply-rooted conceptions in some students. The purpose of this master's thesis is to examine a learning situation with the help of a device called Mymyx. This device emphasizes an essential aspect of soil biodiversity: mycorrhiza. The purpose is to explain the symbioses, the advantages they have for crops and the ways to favor them.

Would an approach presenting both an example of ecosystem service and the impact of tillage educate the students about the importance of reasonable cultivation practices?

The results show that if the device and mainly the board game part were appreciated by the students, it has been perceived as a means to persuade them.

In the interviews, some pupils who were already engaged in some agricultural practices expressed their reticence to change their methods. Some who had less deeply-rooted convictions perceived the activity as a playful and innovative way of learning.

Keywords : tillage, ploughing, conceptions, mycorrhiza, urgent societal issue, theory of commitment, clarifying interview, teaching in agronomy, Mymyx, soil biodiversity

