



HAL
open science

Conditions et potentiels d'instrumentalisation dans l'enseignement de la gestion des bioagresseurs: Une analyse de sept artefacts en agronomie

Fanny Chrétien

► **To cite this version:**

Fanny Chrétien. Conditions et potentiels d'instrumentalisation dans l'enseignement de la gestion des bioagresseurs: Une analyse de sept artefacts en agronomie. *TransFormations: Recherche en éducation et formation des adultes*, 2023, 25 (1), pp.72-96. hal-04144333

HAL Id: hal-04144333

<https://institut-agro-dijon.hal.science/hal-04144333>

Submitted on 4 Jul 2023

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

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

CONDITIONS ET POTENTIELS D'INSTRUMENTALISATION DANS L'ENSEIGNEMENT DE LA GESTION DES BIOAGRESSEURS : UNE ANALYSE DE SEPT ARTEFACTS EN AGRONOMIE

Fanny CHRÉTIEN

*Université de Bourgogne Franche-Comté, Institut Agro Dijon, UR FoAP -
Formation et Apprentissages Professionnels, France*

RÉSUMÉ

Dans l'enseignement technique agricole, l'agronomie tient une place centrale, en particulier pour les diplômes techniques tels que les baccalauréats professionnels CGEA, ou les classes de BTS APV ou ACSE¹. Pour autant, la constitution des savoirs et des références est en perpétuelle évolution, d'abord avec le développement de la discipline, à la fois scientifique et technique, mais aussi par l'importance des enjeux agroécologiques qui poussent à renouveler les compétences et les métiers agricoles de demain. Dans ce contexte, le projet de recherche Didacphyto, achevé en 2016, a cherché à questionner l'intérêt et l'usage possible de ressources produites par les sciences et techniques agronomiques pour favoriser l'enseignement de la gestion des bioagresseurs économes en pesticides. L'étude s'est centrée sur les conditions de mise en ressource de sept artefacts à des fins d'enseignement et d'apprentissage. Cet article examine plus particulièrement, à travers l'analyse détaillée des usages de deux logiciels différents, les problèmes relatifs à l'écart entre leur conception *a priori* et leur appropriation par les enseignants en formation. L'approche adoptée pour cela intègre à la fois le point de vue de la conception, un point de vue didactique sur les contenus enseignables, et un point de vue instrumental sur l'activité d'usage en situation d'enseignement. L'analyse éclaire d'une part les écarts entre la logique de conception et celle des usages, et d'autre part, permet d'examiner les phénomènes de genèse instrumentale (en particulier l'instrumentalisation) de la part des enseignants lors de la préparation et la mise en œuvre de séances pédagogiques intégrant des artefacts. Ces résultats sont discutés au regard des enjeux d'apprentissage portés par le programme « Enseigner à Produire Autrement », notamment à travers l'expression du potentiel didactique et pédagogique de ces outils en conditions effectives d'enseignement.

MOTS CLÉS

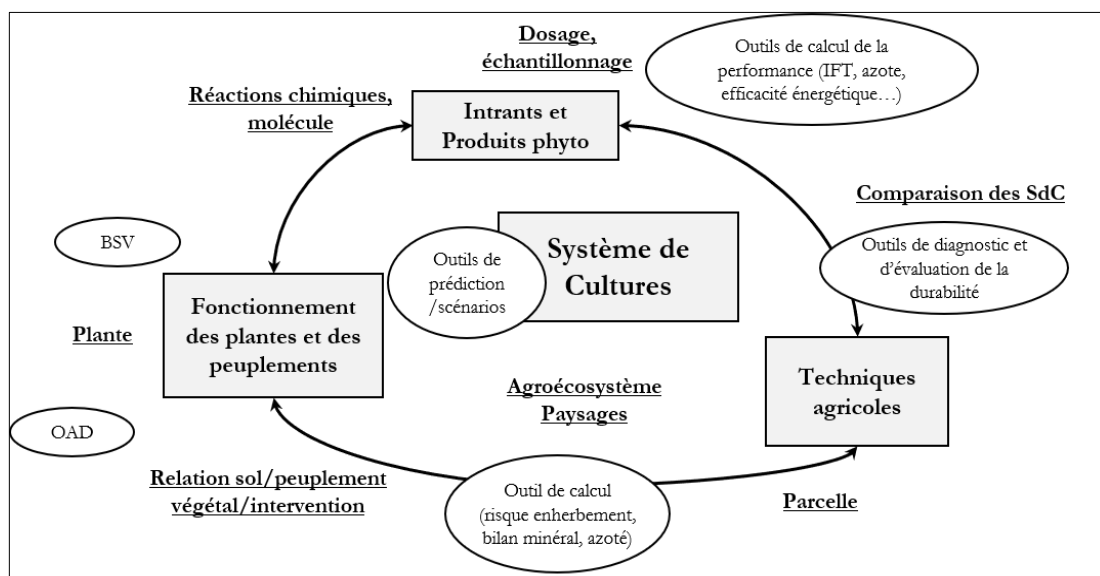
Agronomie, enseignement, instrumentalisation, potentiel didactique, usage.

¹ CGEA (Conduite et Gestion de l'Entreprise Agricole) ; BTS APV (Brevet de Technicien Supérieur Agronomie et Productions Végétales) ; ACSE (Analyse, Conduite et Stratégie de l'Entreprise Agricole).

INTRODUCTION ET MISE EN CONTEXTE

Certaines ressources en agronomie sont conçues et produites par la recherche et les instituts techniques spécialisés en dehors de toutes considérations didactiques, dans le but de prédire l'évolution des systèmes agricoles (le plus souvent à l'échelle parcellaire) ou de simuler des scénarios d'intervention selon des critères agronomiques ou économiques. Ces outils à destination des professionnels agriculteurs génèrent également des informations relatives aux propriétés de certaines espèces et variétés végétales en matière de croissance, de résistance/sensibilité aux bioagressions, ou de comportement vis-à-vis de différentes interventions culturales. La compilation de ces informations est organisée sous la forme de documents de type Bulletin de Santé Végétale (BSV) ou de fiches techniques, qui visent à informer sur les caractéristiques des plantes cultivées à partir de résultats d'expérimentations réalisées en stations ou sous la forme d'Outils d'Aide à la Décision (OAD). Cette catégorie d'outils contribue à prescrire des interventions à partir de l'identification d'une mesure ciblée (ex : *réglette azote colza*® qui mesure le besoin azoté pour la culture, ou *Decid'Herb* qui calcule un risque malherbologique). Certains outils de calcul fonctionnent également à partir de l'entrée de données visant à mesurer des risques. À un autre niveau, des outils de diagnostic de durabilité à l'échelle des territoires visent à comprendre les verrous sociotechniques aux innovations et à identifier des leviers potentiels de changement (Figure 1).

Figure 1. Typologie d'outils de prédiction et de calcul dans le domaine de la protection des cultures, réalisée à partir d'une enquête auprès d'une quinzaine de concepteurs (Auteur).



Les cercles représentent les familles d'outils produits par les sciences et techniques agronomiques. Les rectangles représentent les grandes notions agronomiques. Le texte souligné correspond aux échelles spatiales concernées².

² BSV : Bulletin de Santé Végétale ; OAD : Outil d'Aide à la Décision ; IFT : Indice de Fréquence de Traitement ; SdC : Système de cultures.

Cet ensemble de ressources se situe selon quatre grands objets disciplinaires de l'agronomie. Chacun d'eux préfigure des ensembles de processus, propriétés, phénomènes et systèmes qu'il s'agit pour le futur agriculteur de connaître, et de situer dans des environnements biophysiques et professionnels variés et orientés par des choix techniques.

Ce sont avant tout des outils pour le professionnel. Ils doivent être retravaillés par les enseignants à des fins d'enseignement. Ils doivent donc être reconçus en situation de manipulation dans et pour des situations d'enseignement. Car, l'enseignement agricole, quels que soient ses filières et ses niveaux de diplôme, ne dispose pas de références instituées en matière de savoirs à enseigner tels qu'on le trouve dans les manuels scolaires des enseignements disciplinaires.

Or, dans le contexte d'évolution des métiers agricoles et de l'agronomie comme science et technique au service de l'agriculture, le renouveau de l'enseignement agricole est confronté à trois enjeux majeurs. Le premier est d'ordre sociétal : l'enseignement agricole doit reconstruire et transmettre des savoirs de références en vue d'engager des transitions de pratiques dans la production agricole³. Le deuxième, d'ordre pragmatique, concerne la mise en place de nouvelles formes de production de la connaissance et de partage de l'expérience pour impulser l'innovation agronomique au sein des groupes de professionnels et de futurs professionnels (Cancian, 2015 ; Cerf et al., 2010). Le troisième enjeu est d'ordre didactique. Il s'agit de comprendre les difficultés d'apprentissage auxquelles l'enseignement technique ou la formation professionnelle agricole doivent faire face et les ressorts éventuels sur lesquels ils peuvent s'appuyer pour former à l'exercice d'une agriculture plus économe en intrants⁴. L'objectif étant *in fine* d'expérimenter des formes d'enseignement adaptées aux objectifs de maîtrise des nouvelles pratiques de référence et de construction de savoirs de transition dans les modes de production. Les changements à expérimenter dans ce domaine concernent l'intégration de trois principales dimensions, cognitivement exigeantes, dans les situations formatives (Mayen, 2016) :

- des contenus disciplinaires et interdisciplinaires relevant de la mise en œuvre de l'agroécologie dans l'articulation de plusieurs échelles spatiales et temporelles ;
- le développement d'activités d'analyse, de diagnostic, et de prospective en contexte d'incertitude ;
- la conception de systèmes, sinon innovants, du moins inédits.

Face à ces enjeux, la rénovation du programme « Enseigner à Produire Autrement » impulse un effort pour structurer et diffuser des supports d'accompagnement sous format de livres (Educagri éditions) ou d'une grande diversité de vidéos explicatives ou témoignant d'expérimentations pédagogiques⁵. Un certain nombre de « ressources »⁶ conçues pour l'enseignement existent donc et peuvent contribuer à aider les

³ Plan Ecophyto 2018, Plan National Enseigner à Produire Autrement, circulaire DGER/SDRIDCI/C2008-2009 du 27 juin 2008.

⁴ Les intrants (sous-entendus de synthèse dans cet article) est un terme générique regroupant pesticides et engrais minéraux.

⁵ Supports présentés sur les sites officiels de l'enseignement agricole – ChloroFil, Pollen.

⁶ Dans cet article, nous proposons d'utiliser le terme de ressource au sens où les supports et les savoirs correspondants ont été conçus et mis en forme dans une intention de « faire ressource » pour un type d'acteurs ciblé, donc d'être utile et utilisable pour ce public cible. Cela ne présage en rien qu'elle le soit réellement en situation d'usage, ni qu'elle le soit pour d'autres publics.

enseignants à concevoir leur cours en cohérence avec les référentiels professionnels, de formation et de certification de l'enseignement agricole, mais elles restent sous-utilisées. Certains auteurs font même le constat d'une imprécision, d'une méconnaissance, voire d'une opacité des processus de transposition didactique mis en œuvre par les enseignants d'agronomie (Gaborieau, 2019), notamment pour aborder les obstacles épistémologiques et conceptuels liés à l'approche systémique des problèmes agronomiques, à cheval entre science et technologie (Chrétien et Veillard, 2021 ; Astolfi et Peterfalvi, 1993). Ces travaux mettent en évidence plusieurs facteurs pouvant être à l'origine de cette apparente « faiblesse didactique ».

On peut prendre pour exemple la gestion des bioagresseurs⁷ en situation d'infestation ou d'enherbement. Un des obstacles majeurs vient des conflits de modèles d'évaluation de la performance agronomique, lesquels renvoient à des conceptions différentes de la notion de durabilité. Or, les activités professionnelles de gestion des bioagresseurs requièrent la « pragmatisme de savoirs scientifiques et techniques spécifiques de l'agronomie » (Bazile et Mayen, 2002), qui sont encore non stabilisés⁸.

Le projet Didacphyto⁹ cherche à répondre à cette problématique sociale. Son ambition est de comprendre et d'analyser les conditions d'appropriation et de consolidation des références professionnelles pour une gestion de bioagresseurs plus économes en pesticides¹⁰, et d'interroger les conditions et moyens de formation qui permettent le développement d'apprentissages relatifs à cet enjeu agronomique. Pour l'examiner, cette recherche s'est attachée à étudier la diversité des « savoirs », « supports » et « ressources » utilisés ou potentiellement utilisables par les enseignants d'agronomie pour faciliter certains apprentissages liés à l'activité de diagnostic/pronostic en matière de protection des cultures¹¹.

Pour cela l'étude s'est construite autour de la mise à l'épreuve de l'usage de sept « artefacts » en situation d'enseignement-apprentissage (Tableau 1), sélectionnés sur la base de deux caractéristiques :

- 1) être conçus et mobilisés (sur le terrain professionnel ou pédagogique) pour modéliser ou classifier des informations relatives à la gestion des bioagresseurs ;
- 2) être envisagés ou envisageables (selon les concepteurs et enseignants interrogés) pour penser la conception de séances pédagogiques.

⁷ Ensemble des « ennemis des cultures » recouvrant les maladies, parasites et adventices. On les oppose aux auxiliaires des cultures qui contribuent à limiter l'action des bioagresseurs.

⁸ En fait, les savoirs de l'agroécologie (science et pratique professionnelle) sont à la fois des savoirs-objets (Douady, 1986) souvent en construction, et des savoirs d'action (Avenier et Schmitt, 2007) très localisés, ce qui invite les enseignants à privilégier des curricula ouverts (Astolfi et Peterfalvi, 1993) dans lesquels les objectifs d'apprentissage apparaissent diffus.

⁹ Projet réalisé entre 2013 et 2016, financé par l'ONEMA, et intitulé « Vers un enseignement de savoirs agronomiques de référence, opératoire pour des pratiques agricoles compatibles avec le Plan Ecophyto ».

¹⁰ Pesticide est le nom commun pour désigner les produits phytosanitaires, produits de synthèse destinés à éliminer les adventices (herbicides), les ravageurs parasites ou prédateurs (insecticides), ou les maladies fongiques, virales ou bactériennes (fongicides, etc.).

¹¹ Elle a été poursuivie par des travaux ciblant d'autres ressources produites par la recherche agronomique (ex. Chrétien, 2021 ; Seck et al., 2021).

Tableau 1. Liste des ressources mise en test d'usage dans des situations d'enseignement – apprentissage en lycées agricoles ¹².

Nom de l'outil	Organisme du concepteur	Type de support	Objectif du concepteur (pour quoi faire ?)	Activité cognitive potentielle dans l'usage	Classes concernées par les expérimentations
AgroPeps (aujourd'hui GECO)	INRA Grignon	« Bibliothèque d'innovation » sur un site internet (wiki et forum)	Outil web collaboratif d'informations techniques agroécologiques et d'échange	Résoudre des problèmes agronomiques à partir de situations concrètes, explorer au sein d'un champ de savoirs techniques et scientifiques vaste	BTS APV 2ème année, Bac Pro CGEA 2ème année
Mission Ecophyt'Eau	Civam du Haut Bocage	Jeu de Plateau (+calculateur Stephy)	Outil de représentation et de comparaison de SdC (avec calcul de performance)	Résoudre des problèmes de bioagresseurs par l'exploration de leviers agronomiques, proposition technique et co-conception de SdC	BTS APV
La vie des champs	Enseignant du lycée agricole de Metz	Jeu de plateau	Outil ludique de reconnaissance d'insectes auxiliaires ou ravageurs des cultures, et de symptômes	Caractériser par des informations visuelles et catégoriser : - des insectes présents en champs - des symptômes liés à l'attaque d'insectes	BTS APV 2ème année
Guide et calculateur Stephy	Chambre d'Agriculture régionale de Bourgogne	Un livret sur les fondamentaux, la démarche de co-conception et d'évaluation + des fiches supports + des fiches aides et références + un logiciel de calcul avec sa notice explicative	Outil de conception de SdC innovants	Comprendre les conditions de mise en œuvre de leviers agronomiques pour la conception de SdC économes en produits phytosanitaires	BTS APV 1ère année
Decid'Herb	INRA Dijon	Logiciel de saisie et de prescription de dose par calcul de risques	OAD de méthodes de lutte contre les adventices en grandes cultures	Optimiser la gestion chimique et écotoxicologique de son programme herbicide	BTS APV 2ème année, Bac Pro CGEA 1ère et 2ème année
Odera Systèmes	Association « agro-transfert, ressources et territoires »	Logiciel de saisie d'information pour la construction de scénarios et simulation des risques	Outil d'évaluation du risque en adventices et simulation de nouveaux SdC	Comprendre et maîtriser les leviers agronomiques pour la gestion des adventices	BTS ACSE 1ère année
Dexi-IPSIM	INRA Toulouse	Logiciel de conception d'OAD	Développer des modèles de représentation de dégâts causés par les bioagresseurs	Connaître et manipuler les paramètres qui influencent le bioagresseur étudié. Concevoir un OAD.	BTS APV 2ème année

Nous nous sommes demandés quels étaient les freins à l'utilisation de ces sept artefacts, dont la finalité – le développement de systèmes de culture (SdC) économes en pesticides – répond aux enjeux majeurs de la formation agronomique (Auricoste et al., 2012).

Notre recherche a questionné l'usage à des fins d'enseignement et d'apprentissage de ces sept artefacts mais, pour faciliter la démonstration, l'article ne présente les résultats détaillés de l'analyse que sur deux artefacts utilisés par plusieurs enseignants. Plus particulièrement, cet article s'efforcera d'examiner les problèmes

¹² 1) INRA pour Institut Nationale de la Recherche Agronomique (ex INRAE) ; Civam pour Centres d'Initiatives pour Valoriser l'Agriculture et le Milieu rural : des groupes d'agriculteurs et de ruraux formés en vue d'échanger de l'information et créer des dynamiques d'innovations territoriales. 2) BTS pour Brevet de technicien supérieur, APV pour Agronomie Productions Végétales ; ACSE pour Analyse, conduite et stratégie d'exploitation agricole ; CGEA pour Conduite et Gestion de l'Exploitation Agricole.

relatifs à l'écart entre leur conception *a priori* et leur appropriation par les enseignants pour un usage effectif en formation. Dans cet objectif, deux approches distinctes seront mobilisées.

La première mobilise le point de vue *a priori* de la conception. Il sera analysé à partir des critères ergonomiques bien connus d'utilité et d'utilisabilité développés par Nielsen et repris par Tricot (Nielsen, 1993 ; Tricot et al., 2003 ; Tricot et Tricot, 2000). Ce point de vue est centré sur l'IHM (Interaction Homme Machine). Il sera ici éclairé à partir d'entretiens réalisés avec les concepteurs.

Pour analyser les usages en formation, le cadre de l'activité médiatisée par les instruments (Rabardel, 1995) sera mobilisé en articulation avec la notion de potentiel d'apprentissage des situations (Mayen et Gagneur, 2017). Nous considérons que les situations professionnelles sont ici des situations d'enseignement médiatisé dans lesquelles sont visées des acquisitions de savoirs ou de savoir-faire à destination d'élèves en formation initiale. Cela nous conduira à examiner l'appropriation et l'évaluation de ces artefacts par les enseignants (genèse instrumentale, au sens de Rabardel, 1995) sous un angle didactique (relatif au contenu des savoirs en jeu) et pédagogique (relatif à la mise en activité des élèves). Cette double perspective théorique se réclame d'une didactique professionnelle qui considère comme première la prise en compte de l'activité des enseignants chargés de traiter en situation de travail les points du programme (ici il s'agit du programme « Enseigner à Produire Autrement »).

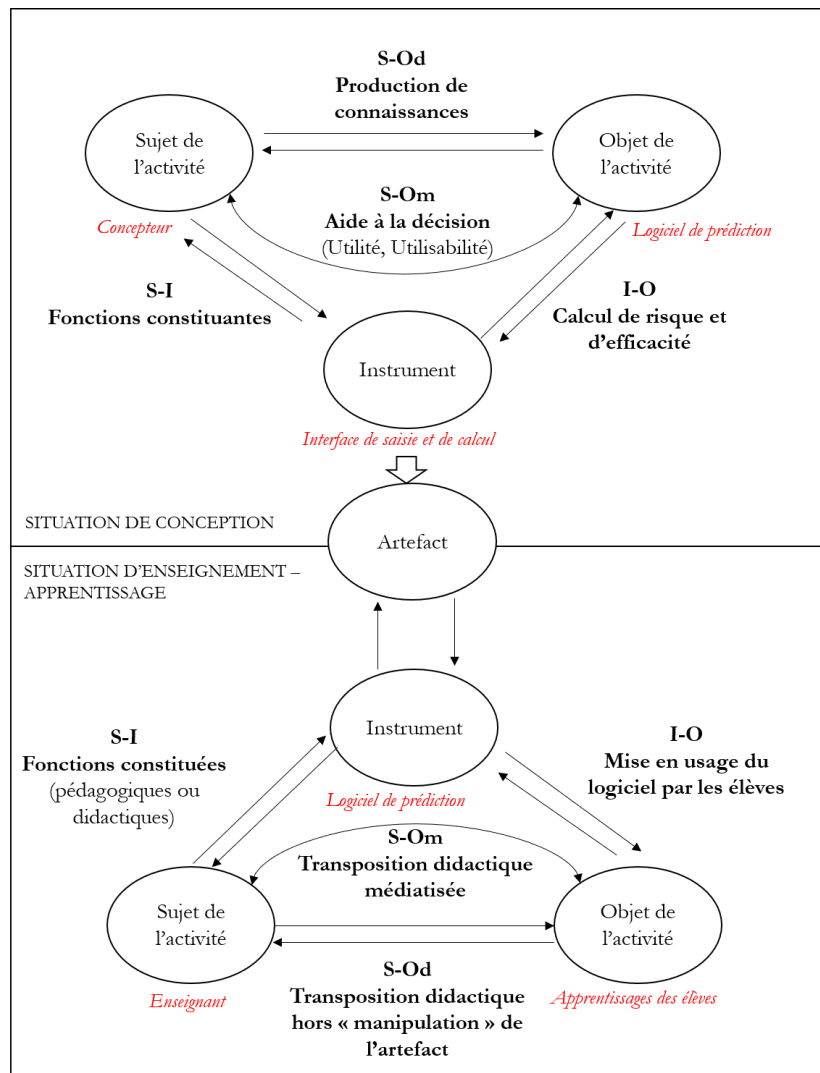
ANALYSE A PRIORI ET ANALYSE DES USAGES

Parmi la diversité des modèles d'évaluation des ressources pédagogiques (Mahé et Noël, 2006), de nombreux travaux, notamment dans le domaine de l'évaluation des EIAH¹³ (Tricot et al., 2003), ont mis en application les critères ergonomiques d'utilité, d'utilisabilité et d'acceptabilité des artefacts, notamment numériques, pour caractériser *a priori*, l'intérêt de nouvelles interfaces pour favoriser l'apprentissage humain. Certains s'attèlent à l'examiner à partir du point de vue des enseignants et des médiations qu'ils visent en situation d'enseignement (ex. Duthoit et al., 2011, Tessier et al., 2021 ; Renaud, 2020). Nous utilisons ce cadre et l'avons adapté ici pour cerner les caractéristiques intrinsèques (raisonnements et savoirs embarqués) et extrinsèques (fonctionnalités, interfaces, ergonomie, etc.) des différentes ressources faisant l'objet de l'étude, au prisme des spécificités des objets à enseigner dans les classes ayant participé à l'étude. Pour cela, nous avons interrogé les concepteurs sur les possibles transferts de l'outil conçu dans le cadre de l'enseignement agricole technique, auprès d'élèves qui ont à apprendre à raisonner la gestion des systèmes de cultures.

Par ailleurs un artefact est « susceptible d'un usage et élaboré pour s'inscrire dans une situation » (Rabardel, 1995, p. 45). Il est donc d'abord analysé comme un produit de la conception caractérisé par un potentiel de médiation (Verillon et Rabardel, 1995). L'artefact devient instrument dès lors qu'il est mobilisé et transformé dans l'activité pour comprendre ou pour agir (Figure 2).

¹³ Environnements informatiques pour l'apprentissage humain.

Figure 2. *Adaptation du modèle des Situations d'Activités Instrumentées (SAI) (d'après Rabardel, 1995), pour mettre en miroir activité d'usage instrumenté et activité de conception d'artefact.*



Dans ce processus de transformation, nommée genèse instrumentale, se réalisent deux mouvements, de manière conjointe ou non, synchronique ou asynchronique, équilibré ou déséquilibré. L'instrumentalisation correspond à l'émergence et à l'évolution des composantes de l'artefact pour en faire un instrument tourné vers un usage situé. Le sujet (l'utilisateur) procède alors à des opérations de sélection, d'attribution de propriétés ou de fonctions nouvelles (fonctions dites constituées en opposition aux fonctions prévues par le concepteur, dites fonctions constituantes). Dans le cas de cette étude, l'instrumentalisation des ressources testées par les enseignants s'exprime à deux moments de la démarche : au cours de l'activité de conception pédagogique en amont de la séance avec les élèves, et au cours de la séance. L'adaptation des fonctions par transformation des artefacts peut se faire au pôle objet (c'est-à-dire sur l'orientation de l'usage de l'outil par les élèves, pour l'activité d'apprentissage), ou au pôle sujet (c'est-à-dire ici, sur l'usage que veut en faire

l'enseignant pour construire la situation d'enseignement). Nous développerons dans la partie résultats les relations entre ces pôles, S-I et S-OM participant à caractériser le travail de transposition didactique¹⁴ de l'enseignant intégrant l'outil (le logiciel en exemple ici) comme médium (plus loin les Figures 3 et 4 présentant les catégories d'analyse traitées sur les discours des concepteurs autour des dimensions d'utilité et d'utilisabilité).

L'instrumentation correspond à l'émergence et à l'évolution des schèmes d'utilisation et des actions instrumentées. Dans cette étude, ce mouvement de transformation est difficile à décrire et à objectiver, puisque les enseignants n'ont pour la plupart essayé les outils qu'une seule fois lors de cette expérimentation.

DÉMARCHE MÉTHODOLOGIQUE

Le protocole d'expérimentation s'est déroulé en 4 étapes.

- La première étape correspond à la réalisation d'entretiens semi-directifs auprès de 15 concepteurs des outils étudiés. Ces entretiens ont toujours été menés à partir de 6 catégories de questions : (1) finalité de la conception, enjeux soulevés et domaine d'application, (2) Logique de construction, architecture, (3) logique d'usage, diversité des modalités d'utilisation projetées, (4) Publics visés et prise en compte de ses caractéristiques dans l'outil, (5) contenus et savoirs de références, (6) limites identifiées par le concepteur lui-même et perspective d'évolution.
- La deuxième étape a consisté à produire des fiches de présentation des artefacts à partir de documents préexistants. Ces fiches ont été envoyées à un panel d'enseignants d'agronomie de lycée agricole, exerçant dans des classes de bac professionnel ou de BTS.
- Un entretien de positionnement auprès de l'enseignant quelques jours après avoir envoyé les fiches de présentation de chaque outil a été réalisé avec les volontaires. L'entretien s'est organisé autour de 3 thèmes : (1) généralités sur l'approche de la gestion des bioagresseurs et la protection des cultures proposées dans ses enseignements et sur les objectifs d'apprentissage visés, (2) utilisation éventuelle d'outils dans ses enseignements indépendamment de ceux proposés, (3) point de vue sur les outils proposés et justification du choix de l'outil parmi ceux proposés.
- Chaque séance d'enseignement a fait l'objet d'une observation filmée. Les observateurs ne sont pas intervenus dans le cours de la séance. L'enseignant était maître de la conception et de l'animation de la séance. Les vidéos permettent de garder trace du déroulé et aident l'interviewer à mener les entretiens post-séance et à situer les propos des enseignants.
- Un entretien de débriefing post-séance a été mené avec chaque enseignant, revenant sur le déroulement de la séance, sur ses perceptions des activités des élèves et des effets d'apprentissage.

Quatre enseignantes et onze enseignants ont participé à cette recherche en suivant le même protocole d'usage des artefacts en situations d'enseignement-apprentissage (Tableau 2). Le corpus de données utilisé pour cet article est constitué des retranscriptions intégrales de tous les entretiens réalisés aux différentes étapes du protocole.

¹⁴ Cf. le texte de B. Schneuwly et C. Ronveaux (2021) sur le cadrage théorique d'une approche instrumentale de la transposition didactique.

Tableau 2. *Liste des participants, des classes et outils ayant fait l'objet de l'expérimentation.*

Participants	Classes concernées	Artefact choisi
Enseignante E1	BTS APV 1 ^{ère} année	Decid'Herb
Enseignant E2	BTS APV	Jeu Mission Ecophyto
Enseignants E3 et E4	BTS APV 2 ^{ème} année (module M59)	Jeu mission Ecophyto
Enseignant E5	BTS APV2	Dexi-IPSIM
Enseignant E6	Bac pro CGEA	Decid'Herb
Enseignants E7 et E8	BTS 2 ^{ème} année	Decid'Herb
Enseignant E9	BTS 2 ^{ème} année	Agropeps
Enseignant E10	Bac Pro CGEA 2 ^{ème} année	Agropeps
Enseignante E11	BTS APV 1 ^{ère} année	Calculateur Stephy
Enseignante E12	BTS ACSE 1 ^{ère} année	Odera Systèmes
Enseignants E13 et E14	1 ^{ère} Bac pro CGEA option SDC	Decid'Herb
Enseignante E15	BTS APV 2 ^{ème} année	La vie des champs

TRAITEMENT DES DONNÉES

À l'échelle de l'article, nous ne pouvons pas montrer les étapes de traitement pour les 7 artefacts ayant fait l'objet de l'étude. Nous proposons donc de procéder par la mise en évidence de la démarche d'analyse réalisée sur deux d'entre eux (Tests d'usage Decid'Herb et d'Odera Systèmes). Ces deux ressources ont été choisies du fait de leur proximité de forme (des logiciels de calculs) et de fond (problématique de la gestion de l'enherbement). À la suite de la présentation des résultats pour ces deux cas, nous mobiliserons les analyses faites sur l'ensemble des outils dans la discussion de sorte à tirer des éléments plus généraux sur l'usage de ressources « exogènes » dans les situations d'enseignement d'agronomie.

Les discours des concepteurs des ressources introduites dans cette étude ont été traités selon les éléments de caractérisation de l'artefact conçu du point de vue de son utilité (Figure 3) et du point de vue de son utilisabilité (Figure 4), deux dimensions constitutives de la relation entre le concepteur et l'objet médiatisé (S-Om). Ces deux perspectives permettent d'associer l'inspection des composantes intrinsèques (fonctions constituantes) aux usages projetés par les concepteurs.

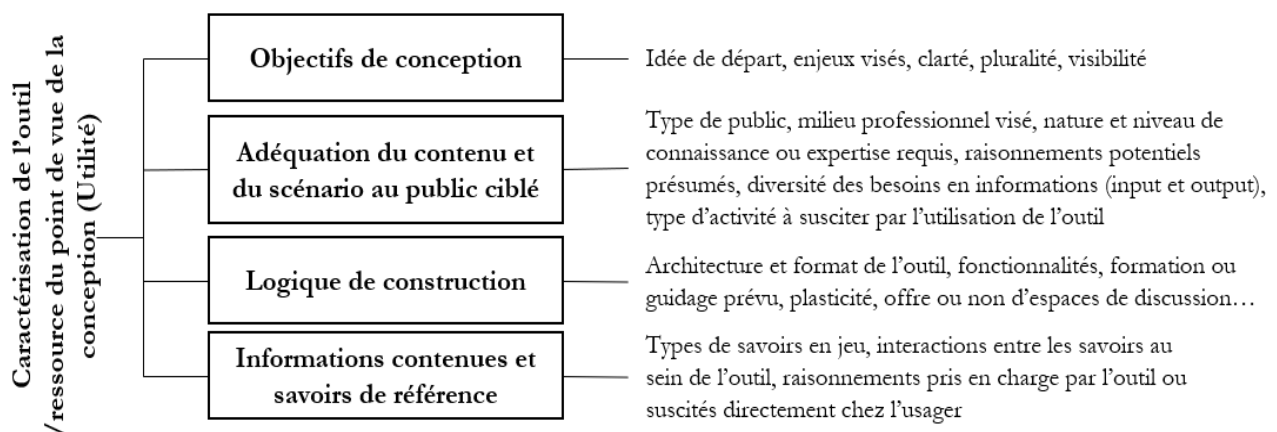
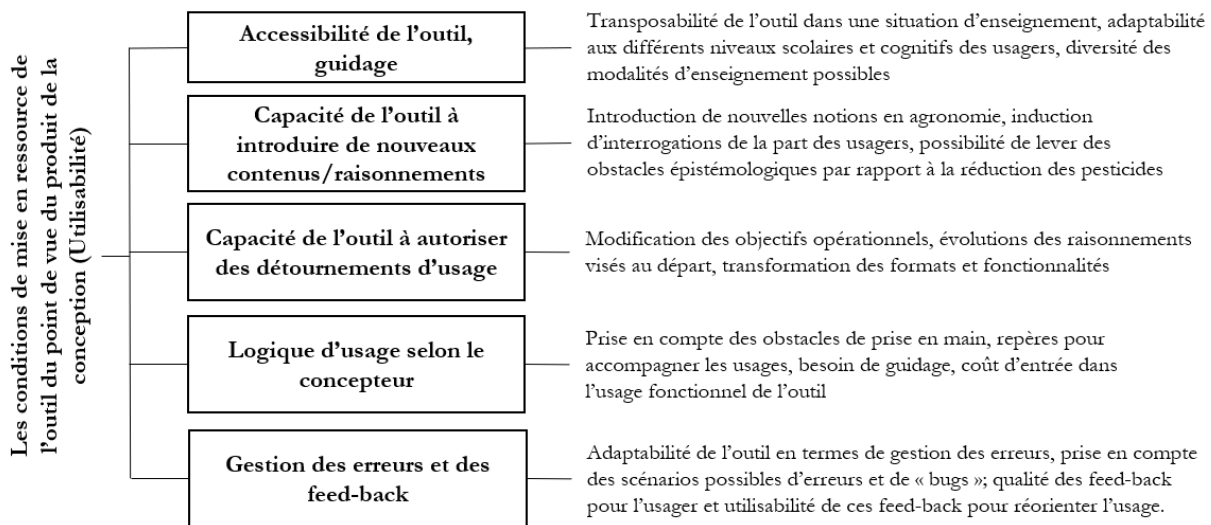
 Figure 3. *Structure conceptuelle de l'artefact (outils, ressources, supports) du point de vue des concepteurs.*


Figure 4. *Logique d'usage des artefacts du point de vue des concepteurs.*


Ces neuf dimensions permettent de considérer que la conception de l'artefact n'est jamais neutre : elle reflète des choix opérés *a priori*, en particulier sur les savoirs sélectionnés, valorisés, et hiérarchisés dans la conception à propos des processus agronomiques en jeu, sur les actions possibles des utilisateurs sur ces processus agronomiques.

Le discours des enseignants a été analysé sous plusieurs angles. Le premier est celui de la manière dont l'enseignant projette l'usage de l'artefact, dans une séance pédagogique avec un groupe d'élèves qu'il a ciblé. Cette projection est examinée en prolongeant les catégories utilisées pour la conception (mais cette fois-ci du point de vue de l'enseignant qui l'utilise pour concevoir une séance), en identifiant les ajustements, nouvelles fonctions et types de visées didactiques et pédagogiques adossées au scénario envisagé. Ce premier niveau permettra de rendre compte du premier mouvement d'instrumentation en amont de l'animation de la séance.

Le second angle d'analyse portera sur le discours établi en débriefing à la suite immédiate de la séance. Il permettra de traiter des freins et leviers perçus lors de la réalisation de l'usage en classe (confirmant ou modifiant le premier discours produit). Il pourra éventuellement fournir des éléments de perspectives, si l'enseignant formule des recommandations pédagogiques ou didactiques pour le renouvellement d'une séance.

À partir de la confrontation de ces différents niveaux d'analyse, enrichies des observations en classe, nous pourrions discuter du potentiel d'apprentissage (Mayen et Gagneur, 2017) des situations d'enseignement médiatisées par ces différentes ressources, selon l'utilisation que les enseignants ont faite des artefacts en classe, dans la séance expérimentée dans le cadre de ce projet.

La caractérisation didactique de ces ressources s'est donc faite en croisant la logique d'usage de l'artefact avec des usages et objectifs décrits par l'enseignant. Ainsi l'analyse du potentiel de l'artefact selon ses propriétés intrinsèques est complétée par l'analyse de son usage en situation d'enseignement-apprentissage intégrant l'activité de l'enseignant avec son groupe d'élèves.

RÉSULTATS

Nos résultats sont présentés en trois points : (1) les écarts entre d'un côté les logiques de conception et de l'autre, les logiques d'usage, (2) les liens entre les contenus d'apprentissage permis par ces artefacts et les activités d'usage déployées en classe avec les élèves, et enfin (3) les indications fournies par les enseignants sur la participation des apprenants, et le déploiement de leurs activités cognitives (souvent collectives) en configuration d'usage issues des tests réalisés. Ces différentes dimensions sont essentielles pour discuter des conditions de mise en potentialité des artefacts en vue de produire des apprentissages spécifiques en formation.

ÉCART ENTRE CONCEPTION A PRIORI ET USAGE SITUÉ

Le cas de Decid'Herb

Le logiciel Decid'Herb réalise une évaluation des risques malherbologiques à partir de la saisie d'informations entrant dans l'équation de ces risques (pratiques de désherbage chimique de l'année précédente, précédent et succession culturale, état de la culture) (Figure 5). Le logiciel calcule un niveau d'infestation et donne des indications sur les propriétés des adventices à risque. Le logiciel propose enfin une indication programmatique pour l'agriculteur en proposant des interventions chimiques prenant en compte le choix de minimiser un risque plutôt qu'un autre (résistance au produit, toxicologie du produit, coût économique ou coût du travail).

Figure 5. Capture d'écran de l'interface (page de saisie) du logiciel Decid'Herb.

Renseignement sur les cultures | Nom : SDCI - Site : Epoisses

Les précédentes cultures	
Année	Culture / Type d'implantation
Année n-1 (2004)	blé tendre d'hiver / labour
Année n-2 (2003)	colza / labour
Année n-3 (2002)	orge d'hiver / labour
Année n-4 (2001)	blé tendre d'hiver / labour

La campagne en cours (récolte en 2005)

Culture : orge d'hiver
 Implantation : labour

Les cultures suivantes	
Année	Culture / Type d'implantation
Année n+1 (2006)	colza / labour
Année n+2 (2007)	blé tendre d'hiver / labour

Retour Valider

Le concepteur a eu l'idée de concevoir son outil alors qu'il était responsable d'une expérimentation longue durée à l'INRA et confronté à une situation problématique (faire un choix de désherbage à l'échelle du système de culture). Il a testé cet outil sur la station expérimentale. Pour lui, la visée centrale de l'outil était qu'il prenne en compte les effets cumulatifs sur les années et montre que les décisions prises en matière de désherbage une année donnée peuvent se répercuter négativement ou positivement sur les années suivantes (contrairement à un fongicide ou insecticide qui n'aura pas de conséquences pour les années à venir). Le modèle intègre donc un calcul pluriannuel des risques plus complexe que l'indicateur habituellement utilisé de « seuil d'intervention » considérant seulement un niveau instantané d'adventices. Il prend en compte le risque à court et long terme, à partir des données du système de culture, pour fournir, en sortie, une décision stratégique de traitement. L'outil prévoit aussi d'adapter le programme herbicide en fonction d'autres indicateurs de contraintes (organisation

du travail, risques toxicologiques et risques de résistance, coûts économiques). Par contre, il permet de prendre une décision de traitement uniquement en fonction de la flore présente et du système de culture considéré.

L'introduction de la ressource dans différentes situations d'enseignement a montré des tensions relatives à l'écart entre conception *a priori* et usage situé, qui sont à l'origine de certains freins aux processus d'appropriation du logiciel par les enseignants, et *a fortiori* par leurs élèves. Quatre catégories d'écarts ressortent de l'analyse des entretiens auprès des deux types d'acteurs (concepteurs et enseignants), le détail des données correspondantes étant présenté en Annexe 1 :

- 1) les écarts liés aux objectifs d'utilisation (ils renvoient aux fonctions constituantes des artefacts, au sens de Rabardel, 1995). Alors que le concepteur exprime l'objectif de prédire des risques pour programmer et optimiser une stratégie de traitement phytosanitaire, les enseignants poursuivent d'abord l'objectif de faire comprendre aux élèves, via l'outil, l'association des paramètres à prendre en compte pour appréhender une stratégie de désherbage, tout en développant éventuellement un regard critique sur l'outil lui-même ;
- 2) les écarts liés aux configurations sociales d'utilisation. Alors que la conception prévoit que l'outil soit plutôt utilisé individuellement par les exploitants agricoles et de manière longitudinale (sur plusieurs saisons), les enseignants l'utilisent en situation de classe, auprès d'un collectif d'élèves et de manière ponctuelle. Ils ont donc à reconstituer la dimension historique des pratiques agronomiques renseignées dans la plateforme. Par ailleurs le formatage des données d'entrée semble mal prévoir la spécificité et l'originalité des systèmes de cultures présents dans les exploitations agricoles des lycées, relativement à ceux mis en œuvre en station expérimentale ;
- 3) les écarts liés aux conditions de saisie des données d'entrée. La saisie suppose une certaine maîtrise du vocabulaire intégré au logiciel que les élèves n'ont pas forcément, ce qui demande une intervention spécifique de la part des enseignants sur cet aspect de l'usage. Par ailleurs, certaines données, non compatibles avec le logiciel, sont à transformer, reformater, une tâche supplémentaire qui incombe finalement à l'enseignant en amont ou simultanément à la saisie avec les élèves ;
- 4) les écarts liés aux moyens d'interprétation des résultats en sortie. Cet outil d'aide à la décision est conçu pour être utilisé individuellement mais accompagné d'un conseiller à même de produire des interprétations des résultats livrés par le logiciel, une condition non réalisée par la situation d'usage en classe dans laquelle cette tâche est à la charge de l'enseignant et des élèves.

Le cas d'Odera-Systèmes

Odera-Systèmes a été co-construit par des chercheurs, conseillers et agriculteurs à partir des connaissances et de l'expertise sur la biologie des adventices et des leviers agronomiques. Il a été pensé en priorité comme support d'accompagnement des agriculteurs dans la compréhension, l'identification et la mise en œuvre de méthodes combinées pour réduire la pression en adventices dans le système. La conception prévoit de traiter en priorité la réduction des herbicides, plus complexe à appréhender que pour les autres pesticides du fait de sa gestion pluriannuelle. Par ailleurs, le projet de ce logiciel était d'aborder le problème des adventices sous un nouvel angle (le système de culture) en combinant des techniques de lutte de natures différentes, en considérant le système dans sa globalité. Le logiciel propose des scénarios différents incluant diverses pratiques de lutte agronomique contre les adventices mais « *il n'aide pas l'agriculteur à l'interprétation des résultats du système simulé, ou bien à évaluer la possibilité de faire une impasse sur tel ou tel herbicide...* » (concepteur). Le logiciel

étant payant au moment de l'expérimentation, seule une enseignante ayant suivi la formation d'une journée a pu participer à notre étude sur cet outil.

Comme pour le précédent cas, nous avons pu mettre en évidence des écarts entre ce qui est prévu par la conception et ce qui s'est passé en classe avec les élèves. Là aussi, la spécificité de la situation d'enseignement est évoquée comme un frein à l'utilisation optimale de l'outil.

E12 : « dans les systèmes d'exploitation au lycée, on a forcément des choses qui sortent un peu de l'ordinaire ou une diversité soit de cultures, soit de systèmes qui fait que des logiciels comme ça, qui sont conçus pour des territoires assez homogènes, comme les grandes cultures, ce n'est pas adapté. Ici, on a une forte hétérogénéité que ce soit dans le mode de conduite, que ce soit dans les caractéristiques du climat, du sol, du paysage. Ça ne prend pas non plus la spécificité du bio, dans laquelle on aura plus de concurrence entre espèces ».

Pour l'enseignante, l'autre difficulté a résidé dans le fait que le public d'élèves qu'elle a eu en séance au moment de sa réalisation n'avait pas les caractéristiques idéales pour l'utilisation du logiciel :

E12 : « Mes élèves de BTS ACSE, ce ne sont pas des conseillers ou des techniciens, ce sont des gestionnaires, alors pour eux lire et retranscrire les données des fiches papiers dans le logiciel, ça a été compliqué ».

E12 : « Eux c'est des ACSE donc il faut toujours que derrière il y ait une connotation un peu d'achat, de coût de mécanisation... dans les questions qu'ils auront à l'oral de fin de deuxième année, ce sont des questions qu'on pose : argumenter l'achat d'une bineuse, argumenter l'achat d'une herse étrille. Mais ils n'ont pas encore eu tous les cours d'économie dont on aurait besoin ».

Enfin, certaines fonctions manquantes du logiciel ont perturbé le déroulement de la séance, notamment pour la gestion des erreurs et l'enregistrement des saisies intermédiaires, une fonction qui devient essentielle en classe quand il faut suivre un groupe d'élèves novices :

E12 : « alors quand on a plein d'élèves et qu'on ne peut pas revenir en arrière quand on valide une étape, c'est pénible, on ne peut pas corriger, il faut recommencer à zéro, ce n'est pas possible ça ».

PORTÉE DIDACTIQUE DES SITUATIONS D'ENSEIGNEMENT MÉDIATISÉES

Nous présentons maintenant la façon dont les contenus (savoirs et raisonnements agronomiques) sont ou peuvent être mobilisés en classe à travers la médiation par l'artefact.

Decid'Herb

L'enquête a révélé que le logiciel Decid'Herb pouvait être un support pédagogique pour mettre en réflexion les élèves sur les choix multicritères permettant de prendre une décision en matière de désherbage. Sa mobilisation participe également à exercer les apprenants à utiliser un OAD.

Les enseignants participants à l'expérimentation ont utilisé l'outil comme support d'un cours sur les mécanismes de développement des adventices et les impacts de certains paramètres sur les risques et la réduction des risques d'enherbement sur plusieurs campagnes.

E1 : « J'ai construit la séance en imaginant rappeler certaines généralités à connaître sur le désherbage en première étape, on travaille sur des documents en amont, pour ensuite aller tester un cas concret avec le logiciel ».

Le fait de devoir choisir les paramètres pertinents peut permettre d'introduire avec les élèves les réflexions à mener pour construire un compromis entre les critères de décision de gestion des adventices.

E8 : « Les élèves de BTS 2A ont eu les éléments en cours, donc j'ai construit le scénario pour les mettre en réflexion à partir de leurs connaissances, notamment pour apprendre à sélectionner les paramètres, comme par exemple le seuil de nuisibilité ; les faire se questionner sur leur pertinence, et à partir de la découverte des descripteurs de la parcelle (pente, texture, rotation, etc.) ».

Avec Decid'Herb, le résultat brut exige de l'élève, accompagné de l'enseignant, qu'il fasse des hypothèses sur les critères qui ont pu peser dans les résultats. Par contre, le spectre de choix techniques reste dans le champ du traitement chimique et n'autorise pas l'ouverture à des alternatives techniques vers des options mécaniques ou biologiques. La simulation fournit donc une information sur le risque dans un périmètre de pratiques réduit, qui ne s'applique donc pas pour des options agronomiques non chimiques, plus systémiques.

E6 : « C'est bien, ça vous sort une lutte phyto, mais du coup ça n'incite pas à réfléchir à autre chose que la lutte phyto. Ça vous donne juste des clés pour réduire votre IFT sans trop vous fatiguer quoi et avec un résultat satisfaisant. C'est sûrement un outil qui est très bien pour un agriculteur qui veut chercher à diminuer ses IFT par rapport à Écophyto. Par rapport à ça, il va essayer de choisir le programme de lutte le plus adapté à ce qu'il fait. Il va essayer d'en trouver un qui a un IFT moindre. Moi déjà l'IFT, je trouve que c'est un outil qui est biaisé. Quand on voit que maintenant ils arrivent à sortir des doses homologuées faramineuses et qu'ils vont mettre des doses d'application très faibles... J'ai peur que ça aille à l'encontre de ce que je veux faire passer ».

L'expérimentation de cet outil en classe a montré que cette simulation donnait en fait peu de place à l'élève pour qu'il raisonne l'interaction entre les différents paramètres intégrés dans la simulation. En effet, si les catégories de critères sont multiples et peuvent être introduites et commentées par l'enseignant, la mobilisation du logiciel par les élèves ne permet pas de réfléchir leur articulation et leurs pondérations selon des stratégies globales de traitement. Elle a aussi montré que l'intérêt didactique perçu par les enseignants était très variable selon : (1) le niveau des élèves, (2) l'inscription dans un curriculum, et (3) les fonctions pédagogiques qu'ils attribuent à l'artefact dans la séance (Tableau 4).

Tableau 4. Variations des intérêts didactiques de Decid'Herb perçus par les enseignants.

Variations	Verbatims
Le niveau des élèves	<p>E1 : « pour mes 1^{ère} année, ça manquait de visuel, le remplissage de données, ils ont trouvé ça fastidieux ».</p> <p>E8 : « Ils avaient les prérequis pour que ça permette ces apprentissages. De plus, correspond à la période de désherbage en mars, on est dedans, on manipule les notions de malherbo en cours et sur le terrain (module conduite de culture, généralités sur la protection des cultures, et reconnaissance des adventices). Ce n'est pas un TD qu'on ferait avec des Terminal ou des BTS 1^{ère} année, ou alors avec plus de travail en amont ».</p> <p>E6 : « Il faut des connaissances de base que les bac pro n'ont pas assez, même s'ils sont plus techniques que les STAV. Ce n'est pas assez intuitif pour eux parce qu'il faut des connaissances de base, comme les dates de semis, ou le type d'adventice qu'on trouve dans les cultures, il faut les avoir en tête, sinon, ils sont saturés d'info à aller chercher ».</p>
L'inscription dans une progression	<p>E8 : « Pour nous, c'est une séance réussie, grâce à la progression, avec réflexion en amont et aval de l'utilisation du logiciel [...]. Le logiciel a servi de support de confirmation des réflexions des élèves, ainsi que de moyen d'entraînement, de révision sur des connaissances qu'ils doivent avoir (BTS APV), qu'ils ont déjà vu ».</p>
Les fonctions pédagogiques	<p>E8 : « Le logiciel, on l'utilise qu'après les avoir fait réfléchir en amont, sinon ça ne sert à rien; aussi, il faut animer la réflexion après, surtout que c'est pas facile de comparer les programmes de sortie avec les stratégies sur l'exploitation. Mais le mieux c'est de ne pas bâtir la séance sur les résultats, mais sur la démarche de raisonnement de choix avant la saisie ».</p> <p>E8 : « Ce n'est pas rébarbatif pour eux, parce qu'ils révisent en même temps, et surtout parce qu'ils appliquent les choix qu'ils ont coconstruits en amont. Ce n'est pas du copiage. Ce sont des chiffres qui leur parlent, voire, ils devraient les avoir en tête, donc ils se remémorent les choses dans un exercice ».</p> <p>E1 : « Je n'ai pas su valoriser les résultats avec eux. Peut être avec l'explicitation des critères un par un (matière organique, présence de cailloux, pente...) ils auraient mieux compris pourquoi on rentre toutes ces informations ».</p> <p>E6 : « pour les motiver c'est pas mal, ils ont un a priori positif sur ce type d'outil, parce que ça permet de ne pas juger les herbicides d'emblée, parce qu'on part de la pratique, de ce qui a été fait sur des parcelles ».</p>

Odera-Systèmes

Le logiciel Odera-Systèmes est en apparence un outil de même catégorie que le précédent puisqu'il opère des simulations de risques malherbologiques¹⁵ à partir de la saisie de caractéristiques agronomiques des systèmes de culture à évaluer et modifier. Cependant, le logiciel est fait de sorte que l'utilisateur puisse saisir de façon très progressive et incrémentale les données, permettant à l'utilisateur d'inférer plus rapidement et facilement les causes des risques ou de comprendre les combinaisons de paramètres défavorables à l'agriculteur :

E12 : « je peux vraiment leur montrer qu'on peut faire de la prévision sur les pratiques, même si ça ne marchera pas à cent pour cent, parce que ce n'est que de la prévision. Mais quand même on peut leur montrer ce que ça peut donner d'utiliser en désherbage des pratiques différentes ».

E12 : « c'est à eux de proposer des méthodes qui pourraient marcher au lycée, par exemple jouer sur les dates de semis, jouer sur plus de binage, jouer sur la densité de semis, sur le labour, faire plus de déchaumage, ce genre de choses ».

La diversité des informations et des leviers agronomiques offre un potentiel de construction de connaissances et de raisonnements intéressants pour les élèves :

E12 : « Ce que j'espère leur faire comprendre, c'est que le désherbage ça se raisonne sur le long terme, ça se raisonne avec plusieurs moyens d'action, avec plusieurs leviers agronomiques, qu'on a des outils à disposition et qu'il faut les utiliser. Voilà. Donc les tours de parcelle c'est bien, mais ça ne suffit plus. Il y a des logiciels qui sont très bien faits ».

En revanche, l'enseignante temporelise ce point de vue après utilisation du logiciel avec les élèves, en réalisant que l'approche concrète du terrain est essentielle pour compléter l'approche virtuelle des données parcellaires : « on aurait dû faire le terrain avant, mais je n'avais pas le temps », « Peut-être que je ferai une séance de plus d'une heure et aller sur le terrain voir ce qui se passe. Comme normalement il faut faire du terrain quand on fait ce genre de chose. Là en ce moment le temps n'est pas génial ». Aussi, l'usage éprouvé amène l'enseignante à identifier les limites du logiciel sur la prise en compte des échelles d'analyse : « ce logiciel est un peu gênant, parce que c'est quand même un regard parcelle par parcelle, qui ne prend pas en compte l'écosystème autour... ».

Ces fonctions pédagogiques évoquées par l'enseignante répondent par ailleurs à des attentes vis-à-vis de la posture d'apprentissage des élèves du niveau concerné : « En plus c'est des BTS donc ils doivent aussi apprendre à être réactifs, à ne plus être scolaires ».

L'enseignant a un rôle de médiation essentiel pour faire de cette simulation itérative possible un support d'argumentation professionnelle : « En BTS les cours magistraux ça ne marche plus. Donc il faut quelque chose qui bouge. Il faut quelque chose d'interactif. Il faut du pratico-pratique. Voilà. Eux aiment ça. Ce sont des gens qui sont sensés dans un an être sur le marché du travail. Il faut qu'ils deviennent autonomes ».

¹⁵ de développement des adventices entravant la croissance ou l'état sanitaire des plantes cultivées.

Mais cette médiation a besoin de correspondre à une progression curriculaire cohérente.

E12 : « au moment du test, les élèves n'avaient pas toutes les connaissances sur les itinéraires techniques, en ce moment on est sur la fertilisation, pas encore sur le désherbage ».

E12 : « ils devront faire en fonction de l'exploitation ou alors – mais ça ils n'ont pas pour l'instant les cours d'économie suffisants – s'ils veulent proposer un nouveau système comme par exemple la houe, ils doivent évaluer le coût ».

E12 : « Après le plus difficile, mais ce ne sera pas pour cette séance-là, ce sera d'évaluer les impacts économiques. Par exemple si on propose un déchaumage en plus ou un allongement de la rotation, des choses comme ça ; ce sera d'évaluer les impacts après ».

Pour synthétiser cette partie de nos résultats, retenons d'abord que la comparaison entre les usages de ces deux logiciels montre une tension entre une posture préventive de la gestion des bioagresseurs et une posture réparatrice de dégâts, ou d'optimisation des IFT. Elle montre également une tension entre une modélisation des apports raisonnés de produits phytosanitaires et celle de la conception de systèmes de culture et d'itinéraires techniques mobilisant une diversité de leviers agronomiques.

La comparaison souligne également que les configurations curriculaires et pédagogiques jouent un rôle prépondérant dans la réalisation des potentiels de ces artefacts à des fins d'enseignement-apprentissage.

Ces résultats sur les écarts – avec les intentions de conceptions et avec les intentions pédagogiques et didactiques des enseignants construites en amont de la séance – permettent à la fois de préfigurer les limites d'utilisation dans un contexte d'enseignement mais aussi, à travers les manières dont les enseignants se sont saisis de ces écarts, les potentialités d'instrumentalisation des caractéristiques de l'outil et de ses contraintes pour penser une scénarisation pédagogique.

CONDITIONS DE RÉALISATION DES POTENTIELS DES DEUX LOGICIELS : LIMITE DE L'INSTRUMENTALISATION

Les situations d'enseignement médiatisé sont analysées ici en reprenant le modèle SAI adapté pour l'étude (Figure 2 ; Tableau 5), et au prisme des conditions et facteurs potentiels d'apprentissage décrits par Mayen et Gagneur (2017) (Tableau 6). Les facteurs liés aux fonctions constituantes de l'artefact (ses caractéristiques intrinsèques) ne sont pas traités ici ayant été analysés, d'un point de vue didactique, dans les sessions précédentes.

Nous avons pu mettre en évidence les processus d'instrumentalisation à deux endroits de l'activité de l'enseignant : au moment de l'appropriation première de l'artefact lors de la préparation du scénario pédagogique (cf. ligne S-I du Tableau 5), et au moment de la mise en activité des élèves autour de l'usage de l'artefact, devenu partiellement instrument pour l'enseignant (cf. ligne S-Om).

Tableau 5. Description des relations SAI (Enseignant/Instrument/Apprentissage des élèves)¹⁶.

	E1	E8	E6	E12
S-I	Préparation des données pour que les élèves manipulent le logiciel et prennent conscience des critères de risque malherbologique	Préparation des données pour que les élèves utilisent le logiciel dans une perspective d'argumentation des choix stratégiques en matière de traitement des adventices Logiciel testé, captures d'écran et ajustements pour assurer l'ensemble du processus d'apprentissage visé	Préparation des données pour que les élèves manipulent le logiciel et prennent conscience des critères de risque malherbologique Grande difficulté à rassembler les données logiciel à partir de données « tour de plaine » (correspondance à construire en amont) Intérêt pour la fonction historique de l'outil	Préparation des données pour que les élèves utilisent le logiciel dans une perspective d'argumentation des leviers agronomiques pour la gestion des adventices, intégrant des méthodes alternatives (mécaniques) Ajustement des données d'entrées pour travailler sur des SdC locaux
I-O	Problèmes d'accessibilité (ergonomie et vocabulaire embarqué) Défaut d'attractivité (manque de visuel, décrochage) Blocage sur les produits non actualisés dans la version utilisée Baisse d'attention au cours de la séance	Pas de surprise sur l'utilisation du logiciel par les élèves (prérequis épistémique et opérationnel) Engagement et collaboration par binôme Quelques résultats difficiles à interpréter sans l'enseignante	Bonne maîtrise informatique Déception lors de la manipulation du logiciel (plantages, difficultés de manipulation tactile sur tablettes) Les élèves ne sont pas allés au bout de la saisie, pas d'interprétation Difficulté d'accessibilité (vocabulaire, visibilité des conduites culturelles)	Passage d'une littéracie à une autre difficile, Décentration de la tâche visée Durée de saisie rébarbative et fastidieuse, source de baisse d'attention et perte de l'orientation visée par la tâche scolaire.
S-Od	Généralités sur le désherbage dispensées en cours Manque de temps et de résultats pour valoriser les sorties obtenues	Rappel des apprentissages en cours sur le désherbage, reprise des notions clés, lien avec les activités pratiques de la même période	Connaissances pré-requises non enseignées à ce stade	Connaissances techniques limitées (surtout au moment de l'expérimentation), enjeux d'intégrer des réflexions économiques dans les raisonnements stratégiques Habitude de mise en autonomie des élèves de 2 ^{ème} année de BTS Rappel des méthodes alternatives la veille
S-Om	Délégation des apprentissages à l'outil manipulé	Séance en plusieurs étapes avec une mise en réflexion sur les critères et indicateurs en amont de la manipulation logiciel, et mise en comparaison, analyse en aval de la manipulation Usage pour confirmation, mise en exercice, et mise en réflexivité sur l'usage des OAD dans les situations de conseil agricole	Difficulté à valoriser l'aspect historique avec les élèves, en partie du fait de l'architecture de l'outil (retours en arrière compliqué) Délégation des apprentissages à l'outil, et abandon de la séance (plantage)	Délégation des apprentissages à l'outil, Peu de liens réalisés avec les relevés sur le terrain Reprise des résultats prévus dans une séance ultérieure

Ces résultats montrent que, pour un même outil, les formes d'instrumentalisation sont très diverses. Elles dépendent fortement des configurations pédagogiques et curriculaires qui caractérisent les situations d'enseignement médiatisé expérimentées (exemple Tableau 5 : contraste entre S-Om/E8 et S-Om/E6 pour Decid'Herb ; pour Odera, pas de comparaison possible mais constat d'un impensé curriculaire de la part de l'enseignante, S-Om/E12).

¹⁶ Pour rappel, les catégories intégrant S (l'enseignant) renvoient à des actions ou points de vue de l'enseignant, celles intégrant O (les apprentissages visés) renvoient aux conditions et difficultés d'apprentissage des élèves. Chaque colonne correspondant à une situation d'usage expérimentée. S-I renvoie aux relations sujet-instrument, I-O instrument-Objet, etc. (cf. Figure 2).

Ces différences ne sont pas directement dues à une déficience de préparation des séances de la part des enseignants (par exemple, E6 a investi un fort engagement dans la préparation des données en amont, cf. S-I/E6, idem pour E1 et E12, pour Odera). Elles tiennent à la médiatisation apportée par les enseignants selon des intentions didactiques qui dépassent l'utilisation directe de l'outil (E8 explique comment l'outil vient seulement en appui à une mise en scène pédagogique plus large visant l'argumentation des stratégies de désherbage chez les élèves, cf. S-I/E8).

Ainsi, le niveau de préparation des séances et l'inscription de l'outil au sein de la séance sont déterminants pour comprendre les effets potentiels d'apprentissage perçus et vécus par les enseignants, et *a fortiori* par les élèves (cf. Tableau 6).

Tableau 6. *Facteurs d'apprentissage (favorables ou défavorables) en jeu dans les situations médiatisées*

	E1	E8	E6	E12
Facteurs +	Tâche nouvelle (défi) Possibilités d'inférence mais peu étayées Possible coopération entre élèves	Progression didactique Entraînement, révision Réflexivité, échange de point de vue, lien avec situation professionnelle de conseil Verbalisation, coopération pour évaluer et analyser Possibilités d'inférence (étayé) Comparaison	Tâche nouvelle (mais avortée) Potentiel de feedback sur les conséquences des actions simulées (avorté), mais rendu difficile par le nombre d'élèves	Diversité des SdC considérés avec le logiciel, Fait raisonner sur des choses encore peu connues des apprenants Mise en relation des buts/effets/conditions par la simulation mais insuffisamment étayée (manque de temps et régulation difficile au sein d'un groupe classe)
Facteurs -	Pas de mise en relation des buts/effets/conditions (feedback) Pas de comparaisons effectuées Peu d'institutionnalisation des savoirs en jeu Attention non maintenue Pas de progression dans la séance	Diversité des méthodes agronomiques non chimiques non traitées dans la séance	Pas de progression dans la séance, Pas de mise en contexte de la manipulation dans un objectif d'apprentissage professionnel plus large ... Valorisation impossible (séance avortée)	Difficulté à maintenir l'attention dans la phase de saisie, pb de maintien de l'engagement Mise en comparaison non aboutie Réflexivité sur l'outil visée mais non animée

La délégation totale des apprentissages à l'outil semble risquée du point de vue de la réalisation et du contrôle des apprentissages, notamment pour les visées didactiques qui concernent la compréhension de la complexité des phénomènes agronomiques et le raisonnement des stratégies systémiques de protection des cultures (Facteur -/E1, E8, Tableau 6, par ex.). Elle l'est aussi compte tenu des exigences matérielles parfois non prévisibles (Facteur -/E6, séance avortée et valorisation non résolue des résultats de la simulation face à des problèmes d'incompatibilités informatique).

Les médiations apportées par les enseignants sont aussi essentielles pour limiter les difficultés liées à la manipulation de l'artefact par les élèves, pouvant faire écran aux activités d'apprentissage visées. Ces difficultés sont mises en évidence dans les relations O-I décrites dans le Tableau 5, elles concernent essentiellement les obstacles de saisies (Facteur -/E12, Tableau 6, par ex.), d'accès au vocabulaire technique embarqué (ex. I-O/E6, Tableau 5) et à la mise en relation des supports d'information fournis aux élèves. Les médiations influenceront aussi la capacité des élèves à créer un système de relation entre les informations produites par l'activité instrumentée (ex. Facteur -/E1, Facteur -/E6, Facteur +/E8 ou E12, par ex.). Enfin, elles semblent déterminantes pour maintenir l'engagement des élèves dans la tâche, et les faire aboutir à

des interprétations nouvelles ou sources de discussion au sein du groupe classe (cf. Facteur +/E1, E8 ; Facteur -/E12, par ex.).

Venons-en maintenant aux processus d'instrumentation. Nous l'avons signalé précédemment, cette étude ne permet pas de faire d'importantes analyses sur les processus d'instrumentation¹⁷, certains schèmes d'utilisation semblent être en cours de construction à l'issue des expérimentations. La consolidation des processus d'appropriation de ces ressources par les enseignants semble nécessiter :

- 1) la constitution d'autres ressources (ex. S-Om/E6 exprimant le besoin de moyens pour mieux rendre compte de l'aspect historique, ou S-Om/E12 sur celui d'intégrer les données de terrain : « *À refaire, je constituerai les données à partir des relevés de terrain réalisés avec les élèves* » [E1], ou encore S-Od et S-Om/E8 montrant la mise en scène parallèle de savoirs agronomiques en dehors de la manipulation de l'outil) ;
- 2) de projeter l'activité des élèves (notamment au moment de la préparation de la séance, traduit en particulier dans les relations S-I développées dans le Tableau 5) ;
- 3) de définir précisément les fonctions à attribuer à l'artefact au sein des activités d'apprentissage mises en œuvre et selon les objectifs pédagogiques à poursuivre. Il s'agirait alors de stabiliser ce que Rabardel présente comme étant les « fonctions constituées », des fonctions nouvelles ou transformées selon les objectifs pédagogiques poursuivis par les enseignants, soit dans la première phase d'instrumentalisation, lors de la préparation de la séance (E8 : « *pour aller au bout des objectifs [appréhender l'enherbement par la découverte de l'outil et prendre du recul sur ce qu'il permet effectivement], on a dû repérer avant ce qui manquer et bidouiller* »), soit à l'issue des premières utilisations (E1 : « *je n'ai pas bien valorisé les résultats, on pourrait rechercher la caractéristique de la flore, l'efficacité des produits, faire calculer des IFT, comparer les programmes, mais difficile car pas actualisé* »).

FONCTIONS DES ARTEFACTS POUR ENSEIGNER ET APPRENDRE EN AGRONOMIE : MISE EN PERSPECTIVE SUR L'ENSEMBLE DES ARTEFACTS DE L'ÉTUDE

Finalement, l'un des freins majeurs à l'instrumentalisation réside dans l'identification de la « meilleure » façon d'introduire l'artefact dans l'enseignement. Les enseignants s'interrogent alors sur l'intérêt d'en faire usage selon la perception qu'ils ont de leur efficacité ou de leur fiabilité. Un des enjeux pour l'enseignant serait en effet de trouver un équilibre entre les objectifs poursuivis, les contraintes d'enseignement pressenties, et la/les ressource(s) disponible(s).

Cet enjeu renvoie d'abord au principe d'*efficacité* selon lequel l'enseignant s'interroge par exemple sur le rapport coût/efficacité ou pertinence de l'usage d'un artefact en classe par rapport à une intervention « classique » non instrumentée. Les retours de l'enseignant E6 illustrent bien cet enjeu puisqu'il affirme, à l'issue de l'expérience d'utilisation de Decid'Herb en classe, que le coût de préparation et d'ajustement des données est trop élevé : « *Il y a un travail de saisir de l'historique qui est trop chronophage [...] Je n'utiliserai pas ce logiciel en l'état* » (E6).

¹⁷ L'observation d'autres séances réalisées par les mêmes enseignants avec la mobilisation des mêmes artefacts permettrait d'en tirer davantage de résultats.

En outre, si utilisation il y a, la *distribution de l'activité* est pensée lors de la planification de la séquence (cf. E8 vs E12). Il s'agit d'interroger la place de l'artefact dans l'activité d'apprentissage, par rapport à l'intervention de l'enseignant ou par rapport à la mobilisation d'autres ressources. L'enjeu est de limiter la superposition de traitements d'une même question et d'éviter des lacunes lorsque l'artefact ne permet pas de traiter des problématiques de façon complète.

En fonction des propriétés de l'artefact, l'enseignant dispose d'une *palette de stratégies possibles*. Il l'adapte en fonction des risques qu'il perçoit dans l'usage et du temps dont il dispose pour la préparation et la valorisation de la séance (E12 : « *on aurait dû faire le terrain avant, mais je n'avais pas le temps* »). Par ailleurs, l'artefact permet plus ou moins aisément de le détourner de sa fonction initialement prévue par le concepteur pour répondre aux objectifs de l'utilisateur. Il peut prendre des formes différentes face à un cadre d'utilisation contraint (exemple E8 : « *les BTS APV 2ème année, il faut qu'ils soient actifs en TD, la saisie c'est trop passif. Si on les met direct, on bloque la réflexion, or l'objectif en BTS ça va au-delà de l'utilisation d'un outil, en 1re année on peut le voir autrement, ça peut être une première approche* »).

De façon plus générique, l'étude à l'échelle des sept artefacts (Tableau 1) a permis de mettre en évidence trois fonctions principales pouvant faciliter certaines activités d'apprentissage portant sur la gestion des bioagresseurs.

Une première fonction est la *mise en visibilité de processus complexes*, à partir de supports visuels donnant un regard systémique et schématique sur ces processus. Certains supports (Mission Ecophyt'Eau, Guide Stephy) permettent en effet de prendre un grand nombre d'éléments du système de culture en considération, d'augmenter les espaces et les temporalités des problèmes posés, de donner à voir les différents buts assignés à l'agriculture et les différentes façons de faire, ou encore de prendre en compte des phénomènes peu perceptibles. La Vie Des Champs propose un support visuel catégorisant plusieurs critères pour apprendre à reconnaître les bioagresseurs et les symptômes d'agression sous la forme d'un plateau et d'un jeu de photographies.

Une deuxième fonction, contribuant potentiellement à répondre à l'enjeu d'« enseigner et apprendre à produire autrement », est la *projection* d'effets d'une pratique ou d'une combinaison de pratiques sur les dynamiques biologiques ou agronomiques. Cette fonction est nécessaire pour travailler avec les élèves à la construction de scénarios divers, discutables et comparables (Mission Ecophyt'Eau, Odera-Systèmes, Dexi-IPSIM). Ils peuvent aider les enseignants à enrichir la compréhension par les élèves des compromis professionnels qui sont parfois à opérer face aux problèmes des bioagresseurs. *In fine*, cette activité de conception instrumentée pourrait aider les apprenants à élargir leurs critères de diagnostic pour remplir des missions de conseil, d'accompagnement stratégique ou d'aide à la décision auprès d'agriculteurs. En revanche, il est à souligner que les artefacts mobilisés dans notre recherche intègrent peu les dimensions du travail telles que la pénibilité, le coût économique et écologique de certains choix de traitement, ou les risques encourus par certains choix stratégiques plus globaux tels que la conversion à l'agriculture biologique (Odera-Systèmes, Mission Ecophyt'Eau). Cette fonction de projection peut intégrer dans certains cas des calculs de performance ou de risque (Calculateur Stephy, Odera-Systèmes, Decid'Herb). Et, si les formules embarquées dans l'artefact peuvent aider les élèves à prendre conscience de certains effets et orienter leur attention sur l'« essentiel » pour développer une argumentation, elles peuvent *a contrario* empêcher le développement des raisonnements qui sous-tendent ces calculs, rendus opaques par l'artefact. La potentielle distanciation des

élèves par rapport aux points de vue adoptés dans les calculs doit donc nécessairement être prise en compte par l'enseignant. Par ailleurs, les tests ont montré que les temps de prise en main des logiciels de calcul et de saisie des informations pouvaient représenter un frein à la compréhension ou à l'engagement des élèves dans l'activité de diagnostic. Une prise en main et une préparation en amont par l'enseignant sont généralement nécessaires pour rendre l'outil utilisable et acceptable dans une perspective d'apprendre à évaluer, juger et comparer les performances agronomiques ou économiques des systèmes de culture. La préparation et la vérification par l'enseignant du jeu de données, la disponibilité de plusieurs postes de saisie, et la mise en perspective de la saisie par rapport aux apprentissages ciblés sont notamment des aspects du travail à faire en amont de la séance.

Enfin, *la mise en relation d'informations de nature différentes* (de témoignages, expérimentations, modélisation, productions scientifiques, supports visuels, etc.) constitue une autre fonction repérée dans certains des sept artefacts étudiés. Les architectures d'AgroPeps ou du Guide Stephy ont fait l'objet d'un développement itératif long, notamment pour guider le lecteur (ou le navigateur) dans une masse importante d'informations. La quantité de données suppose en revanche un temps important de prise en main et de préparation de l'enseignant.

CONCLUSION

L'objectif de notre recherche était d'analyser l'usage de sept artefacts conçus à partir des sciences et techniques agronomiques pour favoriser l'enseignement de la gestion des bioagresseurs (technico-scientifiques, professionnelles et procédurales) au sein des formations professionnelles de niveau Bac et BTS.

Nos résultats constituent d'abord un apport pour l'enseignement dans ce domaine dans la mesure où, contrairement à d'autres domaines disciplinaires, les savoirs à faire acquérir ne sont pas encore stabilisés et les pratiques d'enseignement doivent se développer en lien avec ces contenus spécifiques. Par ailleurs, à un niveau plus général, ces résultats mettent en évidence que les conditions d'usage et d'appropriation des artefacts, produits par d'autres acteurs que les enseignants, sont mieux appréhendées si elles sont étudiées à la fois sous l'angle des processus d'instrumentalisation par les enseignants en situation d'usage, et sous l'angle de leur potentiel didactique et pédagogique. Notre recherche encourage à combiner :

- l'analyse des écarts entre la logique de conception et celle de l'usage que nous avons déployée à l'aide des concepts d'utilité et d'utilisabilité, puis en confrontant ces premiers résultats aux apports de la théorie des activités avec instruments de Rabardel (1995) ;
- et l'analyse des fonctions potentielles des artefacts, examinées selon les intentions didactiques et les caractéristiques des situations d'enseignement-apprentissage.

Ainsi, cette double entrée a permis d'appréhender les freins et les opportunités qui amènent ou non les enseignants à mobiliser et valoriser ces ressources au regard de leurs contraintes d'enseignements et des attendus, plus ou moins formalisés, en matière d'apprentissage de leurs élèves. ■

REMERCIEMENTS

Cet article n'aurait pu voir le jour sans la collaboration d'Amandine Laurent qui a participé à cette étude durant 6 mois. Elle a notamment effectué une grande partie du recueil des vidéos lors des séances de test ainsi que certains entretiens avec les concepteurs et enseignants.

Cette étude a abouti à la conception d'un guide méthodologique à destination des enseignants et des concepteurs de ressources visant à poser les jalons d'un questionnement sur les usages dans l'apprentissage de l'agronomie. Ce guide méthodologique est le fruit d'un travail collectif au sein du projet Didacphyto, il est disponible sur le lien suivant : https://chlorofil.fr/fileadmin/user_upload/eapa/ressources/eapa-guide-methodoOct2016.pdf.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Astolfi, J-P. et Peterfalvi, B. (1993). Obstacles et construction de situations didactiques en sciences expérimentales. *ASTER*, 16, 103-141.
- Avenier, M-J. et Schmitt, C. (2007). *La construction de savoirs pour l'action*. L'Harmattan.
- Auricoste, C., Colombo, E., Gailleton, J-J., Moronval, J-R., Pervanchon, F., Robert, F. et Rousval, S. (2012). Former pour concevoir, évaluer et mettre en œuvre des systèmes de culture innovants : état des lieux, principaux acquis et perspectives. *Innovations agronomiques*, 20, 123-141.
- Bazile, J. et Mayen, P. (2002). Le développement des concepts scientifiques à partir de conceptualisations dans l'action. Proposition de didactique professionnelle. *ASTER*, 34, 75-96.
- Cancian, N. (2015). *Approche didactique d'une question socialement vive agronomique, la réduction de l'usage des pesticides, modélisation du raisonnement agroécologique et socioéconomique d'élèves et d'étudiants : appuis et obstacles à l'enseigner à produire autrement* [Thèse de doctorat, Université de Toulouse - Jean Jaurès].
- Cerf, M., Omon, B., Chantre, E., Guillot, M-N., LeBail, M., Lamine, C. et Olry, P. (2010). Vers des systèmes économes en intrants : quelles trajectoires et quel accompagnement pour les producteurs en grandes cultures ? *Innovations agronomiques*, 8, 105-119.
- Chrétien, F. (2021). La transposition à l'œuvre pour apprendre à réduire les pesticides. *Éducation Permanente*, 228, 67-84.
- Chrétien, F. et Veillard, L. (2021). Contribution de la didactique professionnelle au projet « Enseigner à Produire Autrement ». *Dossiers des sciences de l'éducation*, 46, 55-66.
- Douady, R. (1986). Jeux de cadres et dialectique outil-objet. *Recherches en didactique des mathématiques*, 7(2), 25-31.
- Duthoit, E., Mailles-Viard Metz, S. et Soury-Lavergne, S. (2011). Interaction between designer and trainer: an investigation on a French blended training program. *World Journal on Educational Technology*, 3(2), 120-133.
- Gaborieau, I. (2019). « Enseigner à produire autrement » en baccalauréat professionnel, entre empêchements et puissance d'agir. *Le cas du baccalauréat professionnel CGEA (Conduite et gestion de l'entreprise agricole) dans le cadre du Projet agro-écologique pour la France* [Thèse de doctorat, Université de Bourgogne Franche-Comté].

- Leontiev, A. (1975/1984). *Activité, Conscience et Personnalité*. Moscou : Éditions du progrès.
- Mahé, A. et Naël, E. (2006). Description et évaluation des ressources pédagogiques : quels modèles ? *Actes du colloque TICE Méditerranée, « L'Humain dans la formation à distance »*, Gênes, 26-27 mai 2006.
- Mayen, P. et Gagneur, C-A. (2017). Le potentiel d'apprentissage des situations : une perspective pour la conception de formations en situations de travail. *Recherches en éducation*, 28, 70-83.
- Mayen, P. (2016). Agriculture plus agroécologique et développement des exigences cognitives. Dans C. Kephaliacos et M. Merri (dir.), *Les nouvelles raisons d'agir des acteurs de la Pêche et de l'Agriculture* (p. 81-94). Quae.
- Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*. Academic Press.
- Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies. Approche cognitive des instruments contemporains*. Armand Colin.
- Renaud, J. (2020). Évaluer l'utilisabilité, l'utilité et l'acceptabilité d'un outil didactique au cours du processus de conception continuée dans l'usage. Cas d'un outil pour l'enseignement de la lecture de textes documentaires numériques. *Éducation et didactique*, 14(2), 65-84.
- Seck, J., Auricoste, C., Chave, M. et Chrétien, F. (2021). Ce que l'artefact fait au sujet. L'exemple d'enseignants en lycée agricole dans le cadre du plan « Enseigner à Produire Autrement ». *Actes de la Biennale internationale de l'Éducation, de la Formation et des Pratiques Professionnelles*. Paris, 22-25 septembre 2021. <https://hal.inrae.fr/hal-03364828>
- Schneuwly, B. et Ronveaux, C. (2021). Une approche instrumentale de la transposition didactique. Quelques thèses illustrées par l'analyse de l'enseignement de quelques objets de la discipline « français ». *Pratiques, 189-190* (en ligne). <https://journals-openedition-org.ezmediadoc.agrosupdijon.fr/pratiques/9515>
- Tessier, N., O'Callaghan, N., Fernandez Da Rocha Puleoto, C. et Jourdan, D. (2021). Élaboration et évaluation de l'utilité, de l'utilisabilité et de l'acceptabilité de ressources éducatives produites en réponse à la crise de la COVID-19. *Global Health Promotion*, 28(2), 96-104.
- Tricot, A., Plégat-Soutjis, F., Camps, J-F., Amiel, A., Lutz, G. et Morcillo, A. (2003). Utilité, utilisabilité, acceptabilité : interpréter les relations entre trois dimensions de l'évaluation des EIAH. *Actes du colloque « Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain »*. Strasbourg, FR, avril 2003, 391-402.
- Tricot, A. et Tricot, M. (2000). Un cadre formel pour interpréter les liens entre utilisabilité et utilité des systèmes d'information. *Acte du colloque « Ergo – IHM 2000 »*, Biarritz, 3-6 Octobre, 195-202.
- Verillon, P. et Rabardel, P. (1995). Cognition and artefacts: a contribution to the study of thought in relation to instrumented activity. *European Journal of Psychology of Education*, X(1), 77-101.
- Vidal-Gomel, C., Bourmaud, G. et Munoz, G. (2015). Système d'instruments, des ressources pour le développement. *Actes du colloque « L'activité en débat. Dialogues épistémologiques et méthodologiques sur les approches de l'activité »*. Université de Lille 3, 14-16 janvier 2015.
- Vygotski, L. S. (1934/1997). *Pensée et langage*. La découverte.

ANNEXE 1. Synthèse de l'analyse des écarts entre activité de conception et usage en situation d'enseignement pour le cas d'utilisation du logiciel Decid'Herb.

Catégorie d'écart	Point de vue de la conception	Point de vue de l'usage (enseignant)	Verbatims illustratifs
Objectif d'utilisation	Prédire des risques et programmer une stratégie de traitement chimique	Comprendre l'association des paramètres à prendre en compte pour appréhender le désherbage	<p>E1 : « l'intérêt c'est qu'ils apprennent les critères, les facteurs à prendre en compte dans le risque malherbologique, qu'ils voient que c'est multicritère ».</p> <p>E8 : « comprendre comment il est construit, quels sont les paramètres à rentrer pour appréhender l'enherbement [...] Pour nous enseignants, le plus important, c'est qu'ils comprennent la démarche, pas qu'ils utilisent le logiciel...pour des techniciens, c'est important d'apprendre le comment on raisonne, comment on arrive à ce résultat »</p>
	Optimiser l'usage de produits phytosanitaires	Avoir un regard « critique » sur l'outil, savoir évaluer un OAD	<p>E8 : « tester la convivialité de l'outil, s'imaginer concepteur en se demandant qu'est-ce que je rentrerais pour construire un logiciel » ; « savoir aussi estimer s'il est utile pour réaliser en autonomie le diagnostic d'une exploitation dans un projet agro-environnemental ».</p> <p>E6 : « C'est bien, ça vous sort une lutte phyto, mais du coup ça n'incite pas à réfléchir à autre chose que la lutte phyto. Ça vous donne juste des clés pour réduire votre IFT sans trop vous fatiguer ».</p>
Configuration d'utilisation	Usage individuel, longitudinal	Usage en classe, en groupe, une fois	<p>E6 : « le logiciel est trop compliqué, ça plante trop, c'est impossible pour nos serveurs d'avoir une dizaine de connexions sur le logiciel [...] beaucoup ont décroché, parce que je ne pouvais pas réguler tous les groupes face aux difficultés ».</p> <p>E6 : « ce n'est pas adaptable aux tablettes, alors que les élèves sont amenés à les utiliser dans les exploitations »</p> <p>E6 : « l'aspect historique est très intéressant mais mal mis en avant, mal mobilisable. Et il y a un travail de saisir de l'historique qui est trop chronophage par contre ».</p> <p>E8 : « on a pensé la séance en plusieurs étapes, la première en groupe sans logiciel pour stimuler la réflexion, puis en binôme sur l'outil ».</p> <p>E1 : « c'est vraiment trop fastidieux à remplir, tout l'historique des itinéraires techniques...pour un agriculteur qui l'utilise d'une année sur l'autre ça vaut peut-être le coup, mais là, on a passé trop de temps juste pour la saisie initiale ».</p>
	Station expérimentale	Diversité des lycées agricoles	<p>E6 : « Il manque beaucoup de cultures, ce n'est pas adapté aux lycées agricoles dont la plupart expérimentent des cultures plus ou moins innovantes dans les rotations. Et le remplacement par d'autres cultures pas toujours évidentes ».</p>

Conditions de saisie des données en entrée	Vocabulaire du concepteur	Vocabulaire dépendant de la classe concernée	<p>E6 : « Ce sont des fils d'agriculteurs, ils connaissent les produits par leurs noms commerciaux et pas par leurs molécules actives. Donc pour comprendre les correspondances avec les produits actuels, on a dû faire des recherches sur les matières actives, beaucoup se sont découragés devant le travail fastidieux, surtout qu'aujourd'hui, les produits combinent plusieurs matières actives. En gros, il faut qu'ils fournissent beaucoup de calcul, pour un calcul de dose ».</p> <p>E1 : « il y a du vocabulaire qu'ils ne connaissent pas comme "cohorte" »</p> <p>E6 : « il y a des termes comme "décade de semis", c'est de l'agronomie, mais ce n'est pas évident pour eux »</p>
	Données précises, homogènes et disponibles	Informations de saisie à centraliser, voire à transformer pour fournir les indicateurs d'entrée du logiciel	<p>E6 : « j'ai mis 5h de préparation des données en amont, car ils demandent des indicateurs quanti trop précis qu'on n'a pas dans les tours de plaine, comme par exemple la densité d'adventice, il faudrait des indicateurs plus simples de saleté de la parcelle. Idem pour les stades des adventices ».</p> <p>E1 : « j'ai dû bidouiller des programmes d'herbicides pour la saisie parce que y'avait des indicateurs et des produits qui ne correspondaient pas, ce n'est pas actualisé en plus, certains produits n'étant plus homologués ».</p>
Moyens d'interprétation des résultats en sortie	Programmatisation, applicatif, à l'aide d'un conseiller	Sans conseiller	<p>E1 : « Qu'est-ce qu'on en fait après ? il faut le prévoir, il faut mieux valoriser la sortie, on pourrait rechercher la caractéristique de la flore, l'efficacité des produits, faire calculer des IFT, comparer les programmes, mais difficile car pas actualisé ».</p> <p>E8 : « Il y a quelques résultats difficiles à interpréter, notamment sur les notations d'efficacité ou de nuisibilité directe ou indirecte ».</p> <p>E6 : « on ne voit pas comment introduire la toxicité avec les résultats ».</p>