

Explorer l'activité de diagnostic d'une parcelle forestière par des apprenants forestiers pour favoriser l'apprentissage de gestion de situations dynamiques en lien avec le vivant

Thibault Chiron, Guidoni-Stoltz Dominique, Patrick Mayen

► To cite this version:

Thibault Chiron, Guidoni-Stoltz Dominique, Patrick Mayen. Explorer l'activité de diagnostic d'une parcelle forestière par des apprenants forestiers pour favoriser l'apprentissage de gestion de situations dynamiques en lien avec le vivant. Recherches en éducation, Université de Nantes, 2019, pp. 123-138. hal-02368122

HAL Id: hal-02368122

<https://hal-agrosup-dijon.archives-ouvertes.fr/hal-02368122>

Submitted on 18 Nov 2019

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

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



Explorer l'activité de diagnostic d'une parcelle forestière par des apprenants forestiers pour favoriser l'apprentissage de gestion de situations dynamiques en lien avec le vivant

Thibault Chiron, Dominique Guidoni-Stoltz & Patrick Mayen¹

Résumé

Dans une perspective de didactique professionnelle, nous nous intéressons à l'activité de diagnostic d'une parcelle forestière réalisée par des apprenants de la filière professionnelle « forêt-bois ». Nous analysons les raisonnements qu'ils mènent pour décider des actions de sylviculture. Cette activité de diagnostic est exigeante et complexe, dans la mesure où ces apprenants exercent dans des situations de travail qualifiées de dynamiques et en lien avec le vivant. Ils doivent, en effet, identifier l'état et la dynamique d'évolution des processus qui façonnent la forêt puis projeter les conséquences de leurs actions à long terme. À partir d'une analyse thématique du discours des apprenants, nous nous appuyons sur le concept de schème décrit par Gérard Vergnaud pour caractériser l'activité de diagnostic d'apprenants de différents niveaux. Nous pistons notamment la prise en compte du vivant pour penser les impacts des actions de l'homme sur l'écosystème forestier, dans une perspective de développement durable. Les résultats présentés dans cet article constituent une démarche préalable à l'étude de la plus-value de Silva Numerica, un environnement numérique pour apprendre par simulation, à agir dans la forêt.

Dans cet article, nous cherchons à caractériser l'activité de diagnostic d'une parcelle forestière menée par des apprenants de la filière forêt-bois. Dans une perspective de didactique professionnelle, nos résultats visent à effectuer des préconisations pour une conception centrée utilisateur d'un environnement virtuel éducatif (EVE) afin, ultérieurement, de pouvoir évaluer les effets sur les apprentissages de l'utilisation d'un premier prototype (Loup-Escande et al., 2015). Une meilleure connaissance de l'activité de diagnostic réalisée par les apprenants en situation réelle pourra contribuer à déterminer la plus-value didactique de l'instrument. Cette étude trouve, en effet, sa place dans une recherche plus vaste, le projet Silva Numerica, lauréat de l'appel à projets « e-FRAN »². Ce dernier vise à concevoir et à évaluer un instrument didactique s'appuyant sur la réalité virtuelle pour la formation professionnelle des forestiers. Son principe consiste à immerger les apprenants dans un écosystème forestier virtuel pour qu'ils y réalisent différentes activités professionnelles. Nous rendons compte ici d'une étude préalable à l'investigation de la pertinence de Silva Numerica pour les apprentissages professionnels. Elle vise à réaliser un état des lieux de la nature et des configurations des activités de diagnostic chez des apprenants avant leur utilisation de l'EVE à des fins de formations.

L'activité de diagnostic peut être définie comme « la compréhension (construction d'une représentation) de l'état ou de l'évolution (pronostic) de processus » (Hoc, 1989, p.296). Elle est étudiée par l'ergonomie cognitive pour comprendre la nature des activités cognitives lorsque des professionnels font face à des environnements de travail dynamiques (Hoc & Amalberti, 1999). L'ergonomie cognitive s'est intéressée à des classes de situations dynamiques dans lesquelles les opérateurs manipulent des artefacts pour gérer, contrôler et superviser leurs environnements de travail. De nombreuses situations professionnelles se placent dans ces classes de situations telles que la conduite des processus industriels, la conduite de mobiles ou du contrôle de trafics aériens (Hoc, 1996) ou le champ professionnel de la santé (Nyssen, 2003). Une situation à environnement dynamique est une situation dans laquelle l'évolution de la situation et celle du processus sur lequel ou avec lequel on agit, ne dépend pas seulement de l'action exercée par un professionnel ou un groupe de professionnels. Le processus évolue en fonction de sa dynamique

¹ Thibault Chiron, doctorant, Dominique Guidoni-Stoltz, maîtresse de conférences, Patrick Mayen, professeur émérite, « Formation et apprentissages professionnels » (FAP), AgroSup Dijon.

² Les projets « Espaces de formation, de recherche et d'animation numérique » bénéficient d'une aide de l'État gérée par la Caisse des dépôts et des consignations au titre du Programme Investissements d'Avenir 2.

propre et de ses interactions avec des facteurs qui ne peuvent être maîtrisés ou pas entièrement maîtrisés par les professionnels et leurs artefacts. Cette caractéristique des situations de travail à environnements dynamiques correspond à un degré de complexité élevé. Elle s'accompagne de la nécessité de procéder à des activités de diagnostic dans la phase initiale d'identification de l'état et de la dynamique d'évolution du processus afin de garder sous contrôle l'évolution de la situation et de pouvoir la réguler. Du fait du caractère dynamique de la situation, le degré de complexité des diagnostics à réaliser est plus élevé. C'est encore davantage le cas dans le travail avec le vivant, au sens où les conséquences d'une décision d'action ne portent pas seulement sur le résultat productif attendu du travail mais aussi sur ses effets ou impacts sur l'environnement, à moyen et long terme. La construction et le développement des capacités de diagnostic sont donc un enjeu de l'enseignement et de la formation professionnelle dans le secteur forestier.

Des analyses du travail menées en didactique professionnelle élargissent l'étude des classes de situations dynamiques à des situations en lien avec le vivant, c'est-à-dire lorsque les activités professionnelles se déroulent dans des environnements agricoles, forestiers ou en rivière (Pastré, Mayen & Vergnaud, 2006 ; Mayen & Lainé, 2014). En ce qui concerne le travail forestier, agir dans et avec le vivant, demande aux forestiers de raisonner dans un environnement, la forêt, en constante évolution. Il peut s'avérer difficile de maîtriser ces situations de travail car les effets de leurs actions sur la forêt et plus largement sur l'écosystème, ne peuvent, pour une part, être visibles que sur du long terme. Il devient difficile d'évaluer les conséquences de ses actions pour les ajuster. Par exemple, lorsque le nombre d'arbres d'une parcelle est trop dense, le professionnel peut choisir d'intervenir et récolter certains arbres dans l'objectif de réduire la densité afin de laisser plus d'espace aux « arbres d'avenir ». Les choix de coupe sont irréversibles et les effets d'accroissement des arbres non récoltés après les coupes ne sont visibles qu'après un cycle variant de cinq à dix années après l'opération. Cette absence de feedback immédiat ou à court terme génère des incertitudes quant aux orientations de l'action, aux résultats du travail et aux effets ou conséquences sur l'écosystème forestier. La construction d'une représentation experte de l'environnement forestier combine des actions de diagnostic à des activités de pronostic qui permettent d'identifier l'état du peuplement et son avenir après les actions effectuées.

L'apprentissage de l'activité de diagnostic dans un tel environnement apparaît difficile car il implique de considérer la complexité de l'écosystème forestier, c'est-à-dire de penser un ensemble qui n'est pas réductible à la somme des parties qui composent cet écosystème (Morin, 2005). Il implique aussi de considérer les interrelations entre les différentes parties qui composent le système, d'envisager le devenir et le résultat des actions sur des échelles de temps et d'espaces étendues. Cette complexité peut aussi apparaître comme un obstacle à l'apprentissage de par le caractère incertain des résultats d'actions sur le long terme. La complexité et les incertitudes sont d'autant plus accrues dans un secteur professionnel en pleine mutation touché par les dégâts des aléas climatiques. En effet, de nouveaux enjeux écologiques, économiques, sociaux et technologiques sont apparus et sont autant d'éléments que les apprenants doivent prendre en compte dans leurs activités de diagnostic (Mayeux, 2014) pour se représenter l'état et l'évolution possible de parcelles forestières. Dans cette étude, nous nous intéressons donc à cette activité de diagnostic des apprenants amenés à décider des actions sur un peuplement forestier en nous demandant ce qui caractérise cette activité. En particulier, comment pensent-ils les perspectives du vivant dans un environnement professionnel soumis à de fortes évolutions tels que le changement climatique et la prise en compte d'une gestion forestière durable ?

Dans cet article, nous présentons les résultats de la première phase d'un travail de thèse. Nous commencerons, dans une première partie, par préciser ce que nous entendons par « environnements complexes et dynamiques » en prenant soin d'expliquer en quoi le vivant et les enjeux de développement durable participent à la complexité et au caractère dynamique des situations de travail en forêt. Puis, nous qualifierons l'activité de diagnostic de parcelle forestière à travers ses objectifs en soulignant les principales caractéristiques de cette activité quand elle est conduite dans une perspective de développement durable. Dans une seconde partie, nous développerons le cadre méthodologique de notre recherche en précisant les raisons de notre recours à la didactique professionnelle. Enfin, nous analyserons l'activité de diagnostic d'une parcelle forestière

réalisée par des apprenants, *in situ*, en situation d'évaluation. Nous nous attacherons à mettre en évidence la nature, la quantité et la combinaison des variables qu'ils prennent en compte pour réaliser un diagnostic, la qualité de celui-ci et la pertinence des décisions d'action proposées.

1. La forêt : environnement de travail dynamique et vivant

La forêt est un des tissus vivants de notre planète. Ce n'est pas seulement un espace où poussent des arbres, c'est aussi un milieu de vie pour différentes espèces (végétaux, animaux, champignons, bactéries). Elle est également façonnée par différentes caractéristiques physiques (altitude, géologie...) et par différents phénomènes (climat, pluviométrie, exposition, nature des sols...) constituant un milieu de vie (protection, habitat, source de nourriture) dans lequel chacune des espèces est en interaction et en interrelation (prédation, reproduction, association). Travailler « sur » et « avec » un environnement forestier revient à travailler avec le vivant (Mayen, 2014). Cela signifie, pour un forestier, qu'agir dans ce type d'environnement nécessite de considérer l'ensemble des composantes de l'écosystème forestier comme des composantes de l'action en situation et pas seulement les arbres comme une simple ressource en bois. Travailler « sur » et « avec » le vivant suppose, pour les professionnels, d'élargir leur champ de perceptions et leur champ d'actions, de travailler en prenant en compte différentes échelles spatiales et temporelles, de penser le caractère dynamique des phénomènes en jeu. L'ergonomie cognitive offre un premier cadre pour définir ce type de situations en s'intéressant aux exigences cognitives qu'elles comportent tout en définissant des modèles de contrôle et de prises de décision nécessaires pour les maîtriser. D'après ce cadre, les situations dynamiques se distinguent des situations statiques (Samurçay & Hoc, 1988 ; Hoc et al., 2004). Dans les environnements statiques, rien ne se passe sans l'intervention du professionnel, seule son action intervient sur le déroulement du processus. L'évolution du processus et son résultat dépendent directement de son action. À l'inverse, dans un environnement dynamique, plusieurs facteurs interviennent et influencent le processus de manière indépendante de l'action du professionnel (dans notre cas, les facteurs liés au vivant, au climat, aux humains...). Dans les situations statiques, les professionnels peuvent contrôler l'environnement par le biais de leurs actions car les effets sont maîtrisables et les facteurs externes n'interviennent pas directement sur les résultats. Lorsque le processus est statique, il est possible de percevoir le résultat des actions le plus souvent de façon immédiate, de prédire l'évolution de l'environnement et d'ajuster les actions si la situation l'exige (Hoc, 2004 ; Amalberti, 2001). Une seconde caractéristique, la vitesse des processus, distingue les deux types de classes de situations. En effet la vitesse des processus, lente ou rapide, organise les opérations cognitives des opérateurs : les fréquences des opérations de contrôle, les fréquences des prises d'information ou la possibilité de modifier l'action rapidement (Hoc, Amalberti & Plee, 2000). Lorsque la vitesse des processus est très lente, comme en forêt, les résultats d'actions peuvent être perceptibles uniquement sur le moyen ou le très long terme (Samurçay & Rogalski, 1992). Une fois les résultats apparents, il est impossible d'inverser le processus pour corriger l'action. Tout travail en situation dynamique demande donc aux opérateurs de raisonner les résultats de leurs interventions en projetant l'évolution du système dans le temps. Aussi, le professionnel doit repérer dans l'environnement (ici la forêt) les indicateurs « pertinents afin d'apprécier l'état du système et surtout le sens de son évolution » (Caens-Martin, 1999, p.100).

Le secteur professionnel dans lequel évoluent les forestiers connaît de nombreuses transitions (Mayeux, 2014). Les milieux naturels sont particulièrement fragilisés par l'industrialisation, la surexploitation de certains milieux et le changement climatique, autant de phénomènes qui participent à l'érosion de la biodiversité. Face aux menaces qui pèsent sur les écosystèmes et la biodiversité forestière, des politiques publiques se sont engagées dans une perspective de développement durable, pour protéger, conserver, voire restaurer le tissu vivant forestier en intégrant la question de la biodiversité comme une caractéristique essentielle dans l'activité professionnelle. Cette volonté de préserver l'écosystème forestier se manifeste par une réglementation sur la protection de zones riches en biodiversité ou des zones sensibles aux passages des hommes (zones Natura 2000), la création de normes de qualité de gestion (éco-certifications telles que FSC ou PEFC), la protection d'espèces, ou le maintien de micro-habitats pour la faune

(bois morts, niches, cavités...), autant de contraintes dont doit tenir compte le forestier dans son activité.

Outre un travail dans des conditions variables et incertaines (objectifs de production, préservation de la biodiversité, environnement social, réglementations, etc.), les professionnels forestiers doivent aussi faire face à des situations critiques et imprévisibles dues au changement climatique. Cela suppose de considérer l'évolution du climat et de ses aléas (vents violents, longues périodes de sécheresse, longues périodes de gel, migration d'espèces) afin d'envisager ses répercussions probables sur l'environnement forestier. Prendre en considération le changement climatique amène à repenser les cadres de la sylviculture en proposant des itinéraires sylvicoles adaptés aux risques et aux évolutions climatiques car les conséquences des aléas climatiques peuvent être lourdes aussi bien pour l'écosystème que pour la filière forêt-bois. Prendre en compte ces aléas accroît la complexité de l'intervention dans un environnement forestier qui lui-même est en perpétuel changement. Travailler dans un tel environnement en tenant compte de ces nombreux facteurs pose un défi cognitif (Mayen, 2016). En effet, agir et apprendre à agir dans un environnement forestier nécessite de développer des capacités de « penser la forêt », de se représenter les différents systèmes et les différents processus en interaction liés au vivant, de raisonner sur des échelles de temps et d'espaces étendues dans le but d'envisager différentes solutions pour prendre des décisions d'action.

Nous ciblons donc nos investigations sur une activité, le diagnostic de parcelle forestière, considéré par les professionnels et par les formateurs de la filière forêt-bois comme représentative du travail dans un environnement forestier. Dans la partie qui suit, nous analyserons en quoi l'activité de diagnostic de parcelle forestière est une activité complexe et en lien avec le développement durable.

2. Le diagnostic de parcelle forestière : une activité de prise en compte du dynamisme et du vivant pour une « gestion » des peuplements à long terme

Le diagnostic est une activité qui intervient dans une grande variété de professions et peut être conduit pour différents objectifs. Par exemple, le médecin élabore un diagnostic clinique pour déterminer l'état d'un patient en vue de proposer un traitement approprié ; l'opérateur de centrale nucléaire peut mobiliser l'activité de diagnostic pour comprendre le déclenchement d'une procédure d'urgence ; enfin, le développeur informatique peut diagnostiquer un dysfonctionnement en testant un logiciel informatique. Dans cet ensemble de situations, l'activité de diagnostic permet au professionnel de recueillir des informations, de les catégoriser et de leur donner du sens afin de prendre des décisions d'action. Pour un forestier, cette activité porte sur un environnement dynamique vivant. Cette activité de diagnostic implique de prendre en compte de nombreuses dimensions de la situation (les êtres vivants, les dimensions physiques, les phénomènes, les relations intra et extra écosystème) mais aussi les incidences potentielles des facteurs humains, économiques, géographiques et climatiques. En s'appuyant sur ces différents éléments, le professionnel peut identifier les caractéristiques de la situation, faire l'état des lieux de la parcelle à l'instant où il l'observe, en inférer l'historique des interventions et le potentiel forestier afin de décider des modalités de son action ou des préconisations de gestion. En outre, les objets, les indicateurs et l'environnement sur lesquels le professionnel pose son regard sont des éléments qui, pour la plupart dépendent de phénomènes non visibles (la photosynthèse par exemple) et qui évoluent dans le temps. Cela demande d'une part, la construction de modèles d'évolution dans le temps de l'environnement et des indicateurs perçus, et d'autre part, de planifier, d'anticiper les évolutions possibles de l'environnement et les conséquences potentielles de ses actions sur celui-ci (Samurçay & Hoc, 1988). Les professionnels compétents sont capables, à partir des informations recueillies, des phénomènes perçus et de la prise en compte du dynamisme de la situation, de construire « une représentation pertinente de l'action, en particulier à la prise de décision » (Hoc & Amalberti, 1994, p.178).

Le diagnostic participe à l'élaboration des choix de gestion préconisés pour la parcelle analysée. Les décisions d'action ne sont pas sans conséquences sur la parcelle et sur son écosystème. C'est dans ce moment de l'activité que se créent de nombreuses tensions notamment entre des enjeux d'exploitation économique de la ressource du bois et des enjeux de développement durable dont ceux de la préservation de l'écosystème. Le caractère dynamique des situations de travail dans un milieu complexe, en étant soumis à la confrontation d'enjeux tant économiques qu'écologiques et sociaux, peut représenter des obstacles à l'apprentissage de cette activité (Morin, 2005 ; Clergue, 1997). Étudier les représentations élaborées par les apprenants forestiers quand ils réalisent un diagnostic de parcelle forestière revêt donc une grande importance pour la formation. Nous nous situons ainsi dans le paradigme scientifique de la didactique professionnelle.

3. Analyser l'activité de diagnostic de parcelle auprès d'apprenants forestiers dans une perspective de didactique professionnelle

La didactique professionnelle est définie comme étant l'analyse du travail en vue de la formation (Pastré, 2011). Les fondateurs de la didactique professionnelle se sont interrogés sur ce que mobilise un professionnel pour agir en situation de manière efficace. Pour répondre à cette question, ils s'appuient notamment sur la notion de schème et la proposition de définition analytique du schème telle qu'elle est développée par Gérard Vergnaud (1994) à la suite de Jean Piaget. La définition du schème comporte plusieurs caractéristiques qui en font un outil conceptuel pertinent pour étudier les activités de diagnostic.

La première tient à l'idée qu'un schème est une disposition à agir pour une classe de situations. Ce couplage schème/situation est indissociable car le schème est une forme d'organisation de l'activité invariante et dynamique pour agir avec efficacité dans des situations connues ou proches (Vergnaud, 1996). Le schème se construit par l'expérience et la formation. La part dynamique fonctionnelle du schème en fait une disposition qui n'est jamais achevée et est toujours susceptible de se transformer pour s'ajuster à des situations nouvelles, ce qui permet d'enrichir, d'élargir et de développer la capacité d'action. Comme chez Piaget, la notion de schème comporte à la fois l'idée d'organisation invariante de l'action et Vergnaud précise que c'est l'organisation qui est invariante et non l'action. Un schème est aussi ce par quoi et à partir de quoi de nouvelles actions (et le développement du schème lui-même) peuvent apparaître et se produire. Pour les questions de diagnostic, précisément, en relation avec un milieu dynamique, le schème ne peut se résumer à un algorithme, à une procédure : l'enjeu de compréhension de chaque situation ne consiste pas seulement à rapporter la nouvelle situation à des situations déjà connues, mais aussi à identifier la nouvelle situation dans ses spécificités. La capacité du schème à assimiler mais aussi à s'accommoder est ainsi essentielle pour rendre compte du diagnostic dans ces situations dynamiques spécifiques.

Le deuxième argument pour justifier de la pertinence du recours à la notion de schème tient à ses composantes. Un diagnostic est finalisé par des décisions d'action et par les buts liés à ces décisions. Le diagnostic consiste à prendre des informations sur les composantes de la situation, ce qui implique d'avoir construit en pensée le système de variables propres à la situation ainsi que les indicateurs qui permettent d'en identifier l'état ou l'évolution. Le diagnostic suppose aussi d'en inférer des conclusions à partir des différentes identifications réalisées, et pour cela, les inférences supposent un système de savoirs, ou autrement dit, de propositions tenues pour vraies sur le réel favorisant l'interprétation de la situation et les évolutions possibles. Tous ces constituants de l'activité de diagnostic sont pris en compte dans la notion de schème à travers quatre composantes :

- un but (ou plusieurs), des sous-buts et des anticipations ;
- des règles d'action, de prise d'information et de contrôle ;
- des invariants opératoires (concepts-en-acte et théorèmes-en-acte) ;
- des possibilités d'inférence.

Dès lors la perspective développementale du schème que nous venons d'évoquer constitue une entrée pertinente pour penser le développement de l'activité de diagnostic lorsqu'elle est réalisée par des apprenants de la filière forêt-bois en cours de formation. S'appuyer sur les composants du schème nous permet d'analyser l'organisation de l'activité de diagnostic chez les apprenants et d'analyser en quoi elle est pertinente. L'étude des composants du schème offre la possibilité de comparer leur structuration et leur configuration, d'en souligner les forces et les faiblesses. Dans cette voie, plusieurs recherches en didactique professionnelle ont eu recours à l'analyse du travail pour caractériser et décrire, à partir de la description de concept de schème, l'activité de diagnostic en cours d'apprentissage (Camusso, 2005) pour agir dans des situations dynamiques vivantes (Caens-Martin, 1999 ; Lainé, 2014; Chrétien, 2014 ; Serreau, 2017) ou pour éclairer les situations de simulation comme sources d'apprentissage (Pastré, 2005). Nous avons donc conduit notre analyse en cherchant à identifier les composantes des schèmes des apprenants mobilisés dans une situation de diagnostic de parcelle forestière, avec la méthodologie décrite ci-dessous.

■ *Description de la méthodologie*

Pour analyser le travail d'apprenants dans une activité de diagnostic de parcelle forestière, nous avons observé des situations d'évaluations certificatives de leurs capacités dans une tâche de diagnostic de parcelle. Analyser les évaluations relève d'un choix technique et méthodologique. En effet, l'évaluation consistait à placer les apprenants dans une situation de travail réel en les confrontant tous à une même parcelle forestière. Tout d'abord, cela limite les possibles variations de situation qui peuvent influencer le diagnostic. De plus, l'évaluation-certification arrive en fin de formation, c'est-à-dire à un moment dans la professionnalisation où les apprenants ne sont plus tout à fait novices. Ils ont donc déjà construit des schèmes d'action pour mener à bien un diagnostic élaboré de la situation, l'activité étant indissociable du travail de technicien ou de gestionnaire forestier auquel ils sont préparés. Enfin, étudier une évaluation certificative permet de bénéficier de modèles de réussite de l'activité de diagnostic à partir du point de vue et des feedback de professionnels forestiers formateurs et ici évaluateurs.

Dans son déroulement, l'évaluation comportait deux parties. Dans un premier temps, les apprenants se déplaçaient dans une parcelle forestière afin d'y accomplir un diagnostic de l'état de la parcelle. Puis au cours d'une deuxième partie, ils présentaient et explicitaient leur diagnostic en vue de proposer des décisions d'action à des propriétaires privés (rôle joué par un formateur-évaluateur). Nous avons filmé, enregistré et transcrit les présentations des apprenants que nous avons ensuite analysées avec l'objectif :

- d'identifier les buts, de repérer les indicateurs pris en compte,
- d'approcher les variables ou les phénomènes en jeu sur lesquels ils s'appuient pour élaborer leur diagnostic,
- de repérer les procédures ou les techniques employées,
- de cerner les inférences et les anticipations réalisées.

Nous nous sommes aussi intéressés aux préconisations d'action formulées par les apprenants ainsi qu'à la prise en compte des éléments du vivant. Ce dernier thème étant transversal, nous avons fait le choix de créer une catégorie spécifique pour relever des indicateurs pris en compte par les apprenants, autres que les arbres, tels que la végétation (description de la strate herbacée et de la strate arbustive) et le repérage de présence faunistique comme éléments d'élaboration du diagnostic. Ces différents indicateurs permettent de faire émerger des configurations de raisonnements d'apprenants élaborés lors de cette situation, en évaluation certificative (par exemple, quelles informations les apprenants ont mobilisé pour se repérer dans la parcelle ? Sur quels indices se sont-ils appuyés pour évaluer l'aspect qualitatif du peuplement ?).

La construction de notre grille (tableau 1) a été guidée par une démarche inductive issue d'un recueil de sources croisées (Paillé & Mucchielli, 2003 ; Thomas, 2006 ; Blais & Martineau, 2006). Les sources de construction de cette grille sont le référentiel métier, le référentiel de formation du

brevet professionnel responsable de chantier forestier (BP RCF) et celui du référentiel de formation du brevet de technicien supérieur agricole gestion forestière (BTSA GF). Dans ces référentiels nous trouvons les capacités professionnelles attestées par le diplôme décliné en objectifs et attendus. Nous avons également utilisé une analyse de travail préalablement menée par l'équipe de recherche « Développement Professionnel et Formation » d'AgroSup Dijon impliquée dans Silva Numerica, qui met en évidence les caractéristiques du diagnostic dans les travaux forestiers. Enfin, à partir des transcriptions des discours des apprenants, nous avons mené une analyse thématique des discours (Bardin, 1975) pour compléter la grille. L'étude des inférences réalisées, des liens effectués entre les différentes variables par l'usage de connecteurs (temporels et logiques) a contribué à caractériser des configurations de raisonnements.

Tableau 1 - Grille thématique et indicateurs retenus pour chaque thème pour l'activité de diagnostic

Thème	Explication	Indicateurs
Thème 1 Repérage de parcelle	Repérer une parcelle forestière à partir de plusieurs références (panneau, plan de gestion, cartes, site internet de localisation...)	Lieu n° de parcelle Gestionnaire Propriétaire Parcelle voisine Hectare Desserte
Thème 2 Diagnostic climat	Caractériser le climat à partir de documents de référence (cartes topographiques IGN, courbes de température, courbes de précipitations...)	Exposition Altitude Géologie Pente Précipitations Climat Aléas climatiques
Thème 3 Diagnostic pédologique	Présenter le(s) type(s) de sol(s) présent(s) et les mécanismes de pédogenèse en s'appuyant sur des observations et dégager les potentialités et les contraintes des sols	Structure Texture Acidité Profondeur Couleur des horizons Humus Richesse Réserve en eau Prospection racinaire
Thème 4 Estimations dendrométriques de l'arbre	Évaluer les caractéristiques physiques de l'arbre à partir de prises de mesure (compas, dendromètres...) et réaliser des calculs de volume	Hauteur Hauteur de bille Diamètre Houppier

		<ul style="list-style-type: none"> Volume total de l'arbre Volume bois d'œuvre Volume moyen par arbre
Thème 5 Estimations dendrométriques du peuplement	Évaluer qualitativement et quantitativement le peuplement (caractères physiques, phytosanitaire, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> Type de régime Essence(s) Répartition Âge Couvert Etage Surface terrière Densité Qualité État phytosanitaire Régénération
Thème 6 Gestion antérieure – historique	Identifications des interventions sylvicoles antérieures	<ul style="list-style-type: none"> Cloisonnements Présence de souches Recouvrement des houp-piers Dégâts des anciennes exploitations
Thème 7 Diagnostic « vivant »	Identifier et caractériser la diversité des milieux biologiques et son évolution dans le temps	<ul style="list-style-type: none"> Plante (strate herbacée) Arbustes (strate arbustives) Faune

Pour clarifier la construction de cette grille, prenons un exemple d'élaboration de thème : le thème 4 « Estimations dendrométriques de l'arbre » couplé au thème 5 « Estimations dendrométriques du peuplement ». Pour construire ces deux thèmes, et les indicateurs correspondants, nous avons mobilisé dans les référentiels de formation la capacité 7 « Utiliser en situation professionnelle des connaissances et techniques pour conduire un peuplement forestier » déclinée en sous-objectif professionnel (OI P51) « Identifier les peuplements forestiers » à partir des attendus qui sont « le recueil de données qualitatives et quantitatives sur le peuplement ». La seconde source que constitue l'analyse de travail réalisée par l'équipe de recherche apporte le lexique professionnel lié aux concepts en jeu ainsi que les indicateurs mobilisés pour mener l'activité. Le « recueil de données » désigné par le référentiel se nomme alors « Estimations dendrométriques du peuplement » pour les professionnels. Nous avons donc fait le choix d'utiliser ces termes pour définir notre thème. L'analyse de travail réalisée dégage les différents indicateurs à prendre en compte pour réaliser les estimations dendrométriques du peuplement. Enfin, l'analyse thématique issue d'une première lecture des verbatim des apprenants évalués positivement par le jury, nous aide à préciser ce que sont les estimations dendrométriques du peuplement de la parcelle étudiée. Grâce au recueil de mesures et de calculs effectués sur une placette (une portion d'arbres) tels que la mesure de leur hauteur, de leur diamètre et le calcul de leur volume, il devient possible de caractériser le peuplement. À partir de cette distinction, nous avons fait le choix de créer deux thèmes, l'un consacré à l'ensemble des mesures pour recueillir les estimations dendrométriques de l'arbre (Thème 4), l'autre consacré à la caractérisation du peuplement (Thème 5). Enfin, pour s'assurer de la clarté de notre grille, un codage parallèle a

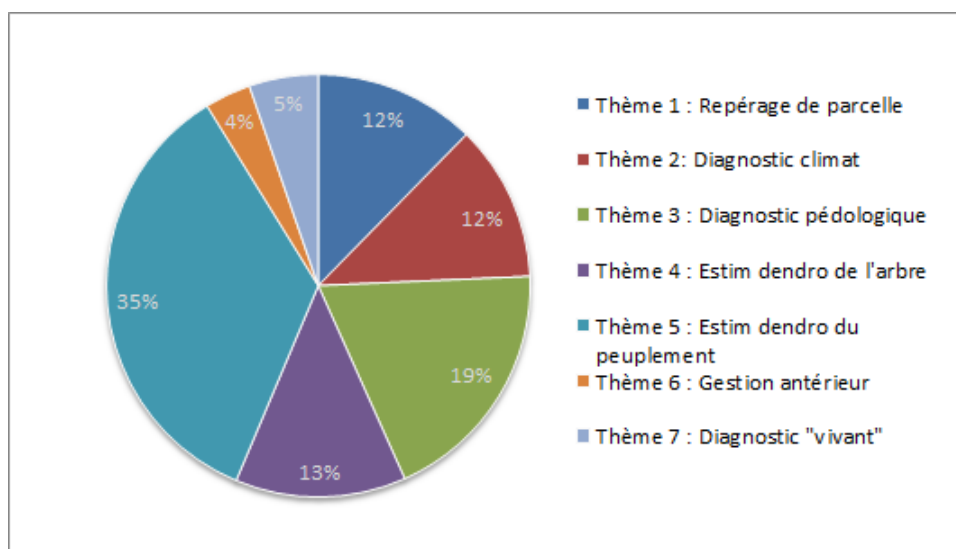
été réalisé par un autre chercheur. Nous avons ensuite soumis pour validation la grille remaniée à deux formateurs professionnels et avons procédé aux derniers ajustements.

4. Comment les apprenants perçoivent-ils les caractéristiques dynamiques de leur environnement de travail ?

Nous avons analysé l'activité de diagnostic de quatorze apprenants. Ce public était constitué de cinq apprenants de BP RCF, cinq apprenants du BTSA GF d'un CFAA³ (niveau IV) et quatre apprenants en brevet professionnel d'un CFPPA⁴ (niveau IV). Tous les apprenants étaient en formation par alternance. Nous pouvons émettre l'hypothèse que leur expérience en entreprise entraîne, selon le contexte de stage, une prise en compte plus ou moins importante du vivant et de la perspective écologique dans l'activité (par exemple être en alternance avec l'Office national des forêts, ONF). Ces différences interindividuelles liées à l'expérience feront l'objet d'analyses plus détaillées ultérieurement. Nous nous centrons ici sur les raisonnements qu'ils mettent en œuvre lors de l'épreuve d'évaluation. Considérant que le langage est un instrument de la pensée (Vygotski, 1997), nous faisons également l'hypothèse que le discours présenté par les apprenants, dans les échanges avec les formateurs-évaluateurs en charge d'analyser leurs capacités, traduit une grande part des représentations de la situation des apprenants et de leur raisonnement. À ce stade, nous ne relevons pas les occurrences ou la fréquence d'utilisation des indicateurs au sein d'un même discours (par exemple, relever le nombre de fois où un indicateur apparaît dans la structure du discours d'un apprenant). Cela fera l'objet d'une recherche ultérieure. Dans d'autres conditions, hors examen, un entretien d'auto-confrontation avec les apprenants aurait pu approfondir cette analyse, ce qui constitue une limite de celle-ci.

Nous avons relevé dans les discours tenus par les apprenants en évaluation, l'ensemble des indicateurs correspondant à chaque thème. La figure ci-dessous rend compte de la répartition des 291 indicateurs exprimés dans les verbatim des quatorze apprenants.

Figure 1 - Répartition des différents indicateurs propres à chaque thème exprimés dans les contenus de discours des apprenants lors de la réalisation d'une activité de diagnostic de parcelle



³ Centre de formation agricole par l'apprentissage.

⁴ Centre de formation professionnelle et de promotion agricole.

Notons tout d'abord que les discours de tous les apprenants s'inscrivent dans plusieurs thèmes. Certains indicateurs formant les thèmes sont évoqués plus souvent que d'autres. Parmi les indicateurs les plus évoqués, ceux des estimations dendrométriques du peuplement représentent une part de 35 % dans l'ensemble des discours. Déterminer les valeurs de différents critères qualitatifs du peuplement est en effet un invariant du métier de forestier. Dans l'ensemble du thème 5, douze apprenants sur quatorze citent l'âge des essences présentes dans la parcelle et dix apprenants précisent le nom des essences (autres que celles à exploiter). Enfin, douze apprenants citent un type de régime de peuplement⁵. Notons toutefois que certains se trompent. En effet, les apprenants étaient amenés à identifier un régime de parcelle ambiguë dont les caractéristiques peuvent se confondre avec les caractéristiques d'un autre type de régime relativement proche, mais néanmoins différent. Les estimations dendrométriques du peuplement participent à cartographier la parcelle pour en obtenir une représentation générale et sont fortement liées à la dimension productive et économique du travail. Elles constituent une base pour inférer par calcul la densité du peuplement, c'est-à-dire le nombre d'arbres disponibles de la parcelle, et traduire cette densité en un indicateur de volume de bois à exploiter (cette caractéristique est citée par tous les apprenants). Un autre type d'indicateur perçu par les apprenants est la présence de régénération naturelle (présent dans onze discours sur quatorze). Il s'agit de la pousse de jeunes plants (ou semis) sur le tapis forestier. Cet indicateur est aussi en lien avec la dimension économique dans la mesure où la régénération permet d'inférer la capacité qu'a la forêt de se renouveler. Dans le raisonnement de certains apprenants, la régénération est en effet perçue comme un moyen de maintenir la ressource dans le temps en vue de l'exploiter ultérieurement (durabilité). Cette régénération est souvent envisagée et la préservation de semis encouragée, comme en témoigne cet extrait :

Apprenant (n°10 en BP RCF) : *« ce serait de conduire ce peuplement dans cet objectif-là [produire du bois de qualité] avec éventuellement une possibilité de partir d'une régénération naturelle, et étant donné que nous sommes sur le domaine de la Planoise, sur l'ONF, c'est plus favorisant et plus agréable pour la vue qu'une plantation de douglas [...]. Donc mon objectif à moyen terme c'est la production de bois d'œuvre de 60-70 cm de diamètre dans 70 ans [...]. Les coupes, sachant que l'objectif sera sûrement de régénérer naturellement, on va donc avoir comme objectif de garder des arbres, les plus beaux sujets pour qu'ils servent d'ensemenciers. Donc on va travailler au profit de ces arbres-là*

Formateur : *Au niveau de la coupe, qu'est-ce que je donne au niveau de mes consignes d'exploitations ?*

Apprenant : *Tout un tas de choses ! Avec les engins de pratiquer uniquement avec les cloisonnements qui sont déjà en place, d'éviter s'ils utilisent les cloisonnements, y'a pas de raisons qu'ils roulent sur les semis, éviter de tirer les bois à travers la régénération ».*

À partir de l'argumentation énoncée par l'apprenant n°10, nous pouvons remarquer deux buts : cultiver des bois de qualité et débiter un nouveau cycle de production en favorisant une régénération naturelle. Ces buts conduisent à formuler des règles d'action telles que « *garder les plus beaux sujets* » comme semenciers et « *éviter de tirer les bois à travers la régénération* » avec la présence d'une dimension temporelle dans laquelle l'apprenant projette le diamètre d'exploitabilité des arbres et l'étape de la régénération (« *dans 70 ans le bois fera 60-70 cm* »). Nous pouvons dire que cette projection fait appel à des connaissances liées à l'essence cultivée (âge d'exploitation de l'essence et diamètre moyen de l'essence à un âge donné) en lien avec les caractéristiques de la parcelle. Les règles d'action suivantes ne portent pas seulement sur les arbres mais également sur les travaux futurs. Là, l'apprenant envisage les conséquences de l'activité de l'homme sur le peuplement. Intervenir avec des « *engins* » comporte des risques de dégradations, ce qui le conduit à donner des consignes sur la manière d'exploiter le bois dans les chantiers futurs. Notons ici que l'attention portée à l'utilisation des cloisonnements d'exploitations par les engins vise explicitement la préservation des tâches de régénération et non le risque de destruction du sol et de sa biodiversité.

⁵ Le régime de peuplement correspond à des types de sylvicultures réalisées, soit des taillis (simple ou fureté), soit des futaies (régulière, irrégulière ou jardinée).

Après l'étude des données dendrométriques du peuplement, trois autres thèmes émergent des discours de manière équivalente (figure 1) : le repérage de la parcelle (12 % de la part des discours), le diagnostic du climat (12 %) et les estimations dendrométriques au niveau de l'arbre (13 %). Lorsque nous nous intéressons de manière plus générale à la station forestière, nous remarquons que les indicateurs recueillis portent d'abord sur la localisation de la parcelle sur laquelle ils interviennent (lieu, numéro d'identification de la parcelle) mais moins sur des caractéristiques primordiales comme l'altitude, l'orientation vers la lumière ou le relief et la géologie (plateau, plaine, colline, montagne, etc.). Une autre information, l'identité du gestionnaire de la parcelle observée, ressort de manière importante (cité par neuf apprenants sur quatorze) : « *Alors aujourd'hui on était dans une forêt gérée par l'ONF, donc je pense qu'il doit y avoir un aspect accueil du public donc forcément, ces arbres-là sont amenés à être exploités le plus tard possible* » (apprenant n°10 en BP RCF).

Ces propos montrent que la prise en compte du gestionnaire oriente en partie le raisonnement des apprenants en vue des préconisations d'action. Dans la parcelle observée, l'ONF est le gestionnaire des forêts publiques. Outre une activité de gestion forestière sont également pris en compte une fonction écologique de protection de la biodiversité et une fonction sociale de sensibilisation et d'accueil du public. En fonction de ces missions, l'apprenant exclut un certain type de scénario en prévoyant une récolte plus tardive. Le type de gestion préconisé par l'ONF fait partie des connaissances tenant compte de l'aspect économique de la gestion forestière. Cependant, toutes les forêts ne sont pas gérées par le même organisme. Certaines parcelles appartiennent à des propriétaires forestiers privés, à des institutions (comme la Caisse des dépôts et consignations), à des entreprises ou des collectivités territoriales. L'une des prescriptions de la formation est de procéder à une analyse de la demande afin de mieux orienter ses décisions d'action pour répondre aux besoins du commanditaire. Cela suppose donc d'identifier la nature du propriétaire de la parcelle et des objectifs que celui-ci envisage pour la forêt.

Pour le diagnostic du climat, nous relevons deux indicateurs qui émergent des discours : les précipitations (indicateur cité par huit apprenants) et l'altitude (indicateur cité par onze apprenants). Ces deux indicateurs ne sont pas mobilisés de la même manière dans les diagnostics, certains les expriment comme des données informatives, d'autres y ont recours pour réaliser des inférences permettant de juger si les essences sont en bonne place, dans leur milieu de prédilection : « *On est sur des altitudes de 500 m environ, donc pour le peuplement qui est en place, du douglas, c'est la limite de sa répartition géographique, il serait à 700 m d'altitude il serait un peu mieux mais étant donné que la pluviométrie elle, est largement contentante pour du douglas, qui, elle, est à environ 800 mm de précipitations par an.* » (apprenant n°8 en BP RCF).

À partir de cet extrait, on remarque que l'apprenant observe deux informations en contradiction car plus ou moins favorables au douglas. Pour résoudre le problème, il mobilise des connaissances liées à l'essence cultivée tout en prenant en compte l'influence des paramètres de pluviométrie et de l'altitude pour comprendre leurs incidences sur le mécanisme de croissance de l'essence.

Rappelons aussi brièvement que la majorité des indicateurs utilisés pour le thème des estimations dendrométriques de l'arbre (hauteur, diamètre, volume de l'arbre) évoqués plus haut, permettent de constituer les estimations dendrométriques du peuplement (notamment la densité).

Les indicateurs de mesures pédologiques représentent une part de 19 % dans l'ensemble des discours. En les mobilisant, les apprenants identifient la nature du sol, en infèrent sa fertilité. Certains apprenants (quatre sur quatorze) parviennent à lier la nature du sol et le type d'essence présente sur la parcelle, par là, ils réussissent à diagnostiquer l'adaptation de l'essence à son environnement.

Enfin, la gestion antérieure du peuplement (thème 6) n'est pas ou peu évoquée. Les indicateurs de la gestion antérieure sont pourtant pertinents pour situer l'état de la parcelle dans le temps. En effet, les processus d'évolution qui rythment l'écosystème forestier ne se figent pas, l'environnement continue de se transformer et ce, même après les interventions sylvicoles réali-

sées. Cela signifie que repérer les indicateurs des interventions passées (présences de souches, de dégâts, de cloisonnements) aide à situer les dernières interventions dans le temps (les dernières coupes par exemple). Ils constituent ainsi des critères de décisions d'action (par exemple repérer le taux de recouvrement⁶ pour décider de la date de la prochaine coupe). L'analyse des verbatim montre que les apprenants n'identifient pas le passé pour comprendre l'état actuel de la parcelle sur laquelle ils réalisent leur diagnostic et qu'ici, la prise en compte du temps se limite au présent du diagnostic de parcelle. Or tenir compte des choix précédents participe à la construction d'un raisonnement d'intervention en opérant des décisions qui poursuivent les opérations sylvicoles déjà réalisées, les ajustent ou au contraire les modifient complètement (par exemple planter des essences adaptées aux conditions climatiques locales, irrégulariser un peuplement régulier), dans une perspective de gestion durable.

Au terme de l'analyse thématique du discours, nous relevons que les apprenants mobilisent différents éléments pour établir un état de la parcelle forestière sur laquelle ils se sont déplacés. Cette analyse montre qu'ils construisent une représentation de l'environnement forestier constituée d'éléments liés à la localisation de la station, façonnée par des éléments climatiques, géologiques et pédologiques. Ces éléments sont autant de caractéristiques propres aux environnements dynamiques. À travers certains exemples, nous avons observé quelques variables qui participent à l'élaboration du raisonnement dans le diagnostic. Notons que certains apprenants relient ces différents indicateurs pour raisonner l'historique et l'état de la forêt, tandis que d'autres élaborent leur représentation à partir de quelques éléments sans forcément les organiser en une suite d'inférences. Enfin, la dimension temporelle propre aux environnements dynamiques, d'autant plus présente dans les préconisations d'action, est mobilisée de deux manières. D'abord sur du court ou du moyen terme en ce qui concerne l'organisation des travaux dans le temps (« *il faut faire une coupe sanitaire⁷ puis revenir dans deux ans pour couper* »), puis, sur des échelles plus étendues en envisageant les résultats des actions et le devenir du peuplement (sur 60-70 ans comme cité dans un exemple). Cette observation concernant l'identification des conséquences possibles de l'activité sur le développement potentiel des arbres nous permet de dire que l'activité de diagnostic des apprenants se combine bien avec une activité de pronostic (Hoc & Amalberti, 1994). Seulement, la gestion antérieure n'est pas ou peu présentée ce qui constitue un élément à améliorer dans le diagnostic.

Parmi l'ensemble des thèmes mobilisés, l'un d'entre eux est moins présent. Ce thème nous intéresse car il oriente une partie de nos questionnements et concerne la prise en compte du vivant dans le diagnostic de parcelle et dans les préconisations d'action. Comment les apprenants mobilisent-ils ou non, des indicateurs du vivant dans leur activité de diagnostic ou dans leurs préconisations d'action ?

5. Le vivant, un impensé dans le diagnostic de parcelle et les préconisations d'action ?

L'un des constats les plus marquants quand on s'intéresse à l'étude de la prise en compte du vivant dans le diagnostic (microbiologie du sol, biodiversité, etc.) et dans les préconisations d'action réalisées par les apprenants en situation d'évaluation, est une faible mobilisation des indicateurs du vivant (5 % de l'ensemble des indicateurs). Lorsqu'ils sont cités, ils le sont uniquement sous deux formes : la présence de plantes (herbacées) et la présence d'animaux. Dans le cas des plantes, moins de la moitié des apprenants évoquent leurs caractéristiques autoécologiques et expliquent leur utilité notamment pour la biodiversité, tandis que l'importance des caractéristiques d'un sol riche, donc vivant, est très peu citée. Pourtant, mettre en relation le cortège floristique, la qualité du sol et d'autres éléments comme le climat, contribue à déterminer le milieu de vie, sa richesse et ses fragilités pour mieux en tenir compte dans les orientations et les

⁶ Le recouvrement est le stade où les branches des arbres se croisent voire se superposent. C'est un indicateur de la croissance des arbres et du phénomène de compétition inter-arbres. Certains arbres risquent de manquer de lumière. À partir de cet indicateur, le professionnel peut décider d'agir (couper, mise en lumière du sol...)

⁷ Les coupes sanitaires visent à exploiter les arbres touchés par des maladies et/ou des arbres mal conformés.

travaux sylvicoles : « Pour les herbacées j'en ai recueilli ici donc du lamier jaune neutrocline⁸ à large amplitude, de l'anémone des bois pareil neutrocline à large amplitude, de la stellaire holostée bon je vais dire au pif, neutrocline donc voilà. Du sceau de Salomon, pour moi c'est nitrocline⁹ et hygrophile¹⁰ aussi » (apprenant n°13 en BTS GF). « Donc concernant l'étude botanique, en allant sur la parcelle j'ai pu repérer quelques plantes significatives comme par exemple un plan de gerbe de (inaudible), c'est une plante qui pousse sur des terrains à tendance acide, de la fougère et j'ai remarqué aussi l'apparition par endroit des cloisonnements une herbe que l'on appelle (inaudible) tempétueuse et quelques joncs, ça c'est typique des sols limoneux-argileux ou limoneux ou argilo-limoneux et dès qu'on passe avec des engins là-dessus, c'est des plantes qu'on voit apparaître [...] sur des chemins de cloisonnements, sur des sols qui sont assez sensibles aux passages des hommes [...] après au niveau des contraintes [d'exploitations] là il faudra être extrêmement vigilant avec le tassement de sol donc tout ce qui concerne les travaux d'abattages et de débardages car vu la texture du sol, c'est un passage et c'est tassé et on est parti pour quarante ans pour que le sol puisse de nouveau s'aérer » (apprenant n°10 en BP RCF).

Dans ces deux extraits, les plantes repérées sur la parcelle servent d'indicateurs pour diagnostiquer la qualité du sol. Le premier apprenant cité insiste sur le caractère acide de la terre qui a une incidence sur le type d'essences, la croissance et la qualité des peuplements, tandis que le second ajoute la caractéristique de la texture du sol (« limoneux », « argilo-limoneux »). Il repère aussi un indice qui lui permet d'inférer l'état critique du sol et le conduit à proposer une préconisation d'action. En effet, à partir du jonc, l'apprenant déduit que le sol est tassé¹¹. Le repérage permet de construire une représentation pour l'action où l'on peut citer l'emploi d'une inférence (le jonc pousse sur un sol tassé), une règle d'action (si le sol risque d'être tassé et donc le milieu de vie détruit, alors les engins devront respecter les cloisonnements) et deux concepts en actes (le temps et l'aération du sol). Il associe une perception du mécanisme de tassement de sol avec l'évolution du mécanisme dans le temps (un passage suffit, la situation ne s'inverse pas avant quarante ans). Il propose un moyen pour répondre à cette situation critique. L'état du sol est un bon indicateur de la fertilité de la forêt (il portera les arbres les plus beaux et les plus hauts avec une grande densité) et c'est une variable importante pour préconiser des itinéraires sylvicoles adaptés. Mais suivant la manière dont il est considéré en tant que sol vivant et dont il sera traité, c'est aussi un bon indicateur du degré de volonté de préserver l'écosystème.

La faune est également présente dans les parcelles étudiées, seulement peu d'apprenants la remarquent. Quand elle est repérée, la faune est perçue de deux manières dans les discours des apprenants :

Apprenant (n°9, BP RCF) : « Des animaux, il peut y avoir des dégâts

Formateur : et ma parcelle là, on a des soucis ?

Apprenant : y'a des soucis de frottements, y'en a sur deux ou trois petits plan [...] faut pas vous inquiéter y'a des moyens

Formateur : lesquels ?

Apprenant : grillage et clôture

formateur : vous me dites qu'il faut faire gaffe au public et si je mets des grillages de deux-trois mètres de haut...

Apprenant : c'est juste au pied, après quand ils ont une certaine grosseur, ils se frottent moins. C'est surtout sur les petits plans qu'ils se frottent. Sur un pied qui fait déjà deux bons mètres ils se frottent moins ».

« On a aussi beaucoup d'excréments de vers de terre avec pas mal de taupinières un peu partout, ce qui traduit une bonne activité biologique du sol, une bonne décomposition » (apprenant n°13, BTSA GF).

⁸ Les plantes neutroclines sont des végétaux qui prospèrent sur des sols dont le pH est proche de la neutralité.

⁹ Les plantes nitroclines sont des végétaux qui prospèrent sur des sols riches en azote.

¹⁰ Les plantes hygrophiles poussent dans les milieux humides.

¹¹ Le tassement signifie que le sol est trop compact et ne remplit plus ses fonctions.

Dans la première citation, l'apprenant ne se préoccupe que d'une seule catégorie d'animaux, le gibier, dans l'objectif de repérer les dégâts de ces animaux sur les arbres d'avenir. Cette citation est représentative de l'ensemble des discours des apprenants. Il se dégage alors de l'ensemble des contenus une perception du gibier comme étant nuisible car il peut dégrader la production de bois. Cette représentation est en lien avec la dimension économique, où la qualité des bois doit primer sur l'aspect écologique et sur la préservation des animaux qui vivent sur la parcelle. La seconde citation s'intéresse davantage à un autre type d'animaux et d'insectes : les décomposeurs. Ces animaux et ces insectes dégradent les matières organiques pour les restituer dans le sol sous la forme d'éléments minéraux. La taupe présentée dans le discours n'est pas un décomposeur, elle se nourrit seulement de ces insectes, on trouve alors une inférence sur la présence de décomposeurs grâce aux taupinières. Une seconde inférence concerne la décomposition des sols grâce à la présence de ces décomposeurs, ces êtres vivants assurent une bonne fertilité du sol. La faune ainsi perçue, notamment à une échelle microscopique, est révélatrice des interactions dans le milieu vivant et de la qualité de la biodiversité qu'il faut conserver.

En étudiant la prise en compte du vivant dans les discours des apprenants, nous pouvons formuler deux remarques. D'abord, dans notre population observée, seule la moitié des apprenants fait référence au vivant dans leurs diagnostics de parcelle forestière. Quand le vivant est mobilisé comme indicateur du diagnostic, cela permet soit, de construire des raisonnements sur la nature des sols grâce aux caractéristiques des plantes ou aux propriétés de décomposeurs, soit de prévenir des risques de dégâts liés au gibier. Ensuite, le vivant est peu pris en compte dans les préconisations d'action sauf quand la caractéristique du vivant touche à la dimension économique. Nous l'avons aussi vu avec la régénération dans la partie précédente. Dans le cas de la régénération, la présence de semis concerne la présence d'êtres vivants. Toutefois, les apprenants ne les considèrent pas comme de jeunes plants qui ont réussi à trouver leur place dans l'écosystème forestier mais comme de jeunes plants à exploiter dans le futur. En somme, le vivant est surtout perçu avec une vision utilitariste de la nature et de son écosystème (Terrasson, 2007) et les apprenants ne raisonnent pas en intégrant la protection du vivant dans leurs préconisations d'action (favoriser la présence d'arbres habitats, respecter les temps de nidification, laisser les branches sur le sol en vue d'encourager la microbiologie du sol, respecter les zones Natura 2000...).

Discussion et conclusion : une activité de diagnostic en cours de construction

Cet article avait pour objectif d'étudier l'activité de diagnostic conduite par des apprenants de la filière forêt-bois lorsqu'ils sont confrontés à leur environnement de travail, une parcelle forestière, c'est-à-dire lorsqu'ils agissent « sur » et « avec » un environnement dynamique vivant. À partir d'une analyse thématique du discours tenue en situation d'évaluation certificative et du repère de certaines composantes du schème tels que décrit par Vergnaud (1994), nous constatons que tous les apprenants ont développé des capacités à conduire un diagnostic pour prendre des décisions d'action. Tous ont identifié un ensemble de variables sur la base d'indicateurs qu'ils recherchent et sont capables d'énoncer. Certaines de ces variables sont massivement construites et reconnues en situation, tandis que d'autres apparaissent peu. Le nombre de variables mobilisées varie lui selon les apprenants. Parmi les indicateurs, ceux liés au « vivant », dans une perspective de raisonnement sur la prise en compte et la préservation du vivant en dehors des buts économiques, sont peu ou pas évoqués. On observe aussi que l'identification de certains états de situation s'accompagne parfois d'inférences, elles-mêmes plus ou moins complexes. Des apprenants identifient ainsi des états, mais ne les relient pas bien entre eux, et n'en infèrent ni des états de situation ou des évolutions, ni des modalités d'action conséquentes. Certains ne font pas interagir toutes les variables relevées et construisent plutôt une représentation en îlots. D'autres y parviennent et c'est seulement dans ce cas que nous pouvons estimer qu'ils ont effectivement construit des capacités de diagnostic en ayant élaboré une représentation dynamique complexe de l'écosystème forestier. Rares sont cependant ceux dont on peut estimer qu'ils sont capables, à ce stade, d'élaborer un diagnostic forestier dans une perspective de développement durable de la forêt qui prend en compte toutes les composantes, aussi bien économiques que

sociales et environnementales. On peut penser qu'ils n'ont pas encore construit une représentation dynamique et systémique d'un environnement forestier ni d'une situation d'intervention forestière relevant d'une orientation écologique. D'un point de vue didactique, notre étude met en évidence, les points qui pourraient faire l'objet d'attentions plus marquées en cours de formation pour développer les aspects encore mal maîtrisés (comme savoir raisonner les composantes de la station forestière pour enrichir son diagnostic, et offrir des possibilités plus larges d'itinéraires sylvicoles prenant en compte le développement durable). De plus, notre travail constitue une référence et les bases d'une grille d'analyse pour, à l'avenir, analyser la nature et la qualité des raisonnements des apprenants en situation d'utilisation de l'EVE Silva Numerica. Enfin, dans une visée de conception centrée utilisateur, cette étude permet d'assister les concepteurs informatiques en leur apportant des éléments sur la nature du diagnostic tel qu'il est mené par des apprenants de la filière forêt-bois, utilisateurs finaux de l'EVE Silva Numerica. Elle peut ainsi aider à déterminer les entités et variables implémentées dans l'EVE, susceptibles de contribuer au développement des capacités de diagnostic d'une parcelle forestière, dans une perspective de développement durable.

Références

- AMALBERTI René (2001), « La maîtrise des situations dynamiques », *Psychologie française*, n°46, vol.2, p.107-118.
- BARDIN Laurence (1975), *L'analyse de contenu*, Paris, Presses universitaires de France (2^e édition).
- BLAIS Mireille & MARTINEAU Stéphane (2006), « L'analyse inductive générale : description d'une démarche visant à donner du sens à des données brutes », *Recherches qualitatives*, vol.26, n°2, p.1-18.
- CAENS-MARTÍN Sylvie (1999), « Une approche de la structure conceptuelle d'une activité agricole : la taille de la vigne », *Éducation permanente*, n°139, p.99-114.
- CAMUSSO Dominique (2005), « Effets des parcours professionnels sur les stratégies de diagnostic », dans Pierre Pastré (dir.), *Apprendre par la simulation. De l'analyse du travail aux apprentissages professionnels*, Toulouse, Octares, p.181-205.
- CHRÉTIEN Fanny (2014), « Travailler avec des bêtes, des humains, des champs et des légumes. Le cas d'un collectif installé en agriculture biologique », dans Patrick Mayen & Armelle Lainé (dir.), *Apprendre à travailler avec le vivant : développement durable et didactique professionnelle*, Dijon, Éditions Raison et Passions, p.237-161.
- CLERGUE Gérard (1997), *L'apprentissage de la complexité*, Paris, Hermès.
- HOC Jean-Michel (1989), « La conduite d'un processus continu à longs délais de réponse : une activité de diagnostic », *Le travail humain*, vol.52, n°4, p.289-316.
- HOC Jean-Michel (1996), *Supervision et contrôle de processus : la cognition en situation dynamique*, Grenoble, Presses universitaires de Grenoble.
- HOC Jean-Michel (2004), « La gestion de situation dynamique », dans Pierre Falzon (dir.), *Ergonomie*, Paris, Presses universitaires de France, p.515-530.
- HOC Jean-Michel & AMALBERTI René (1994), « Diagnostic et prise de décision dans les situations dynamiques », *Psychologie française*, n°39, vol.2, p.177-192.
- HOC Jean-Michel & AMALBERTI René (1999), « Analyse des activités cognitives en situation dynamique : d'un cadre théorique à une méthode », *Le travail humain*, vol.62, n°2, p.97-129.
- HOC Jean-Michel, AMALBERTI René & PLEE Gwenaëlle (2000), « Vitesse du processus et temps partagé : planification et concurrence attentionnelle », *L'Année psychologique*, vol.100, n°4, p.629-660.
- HOC Jean-Michel, AMALBERTI René, CELLIER Jean-Marie & GROSJEAN Vincent (2004), « Chapitre 2. Adaptation et gestion des risques en situation dynamique », dans Jean-Michel Hoc & Françoise Darses (dir.), *Psychologie ergonomique : tendances actuelles*, Paris, Presses universitaires de France, p.15-48.

LAINÉ Armelle (2014), « Le technicien de rivière », dans Patrick Mayen & Armelle Lainé (dir.), *Apprendre à travailler avec le vivant : développement durable et didactique professionnelle*, Dijon, Éditions Raison et Passions, p.159-190.

LOUP-ESCANDE Emilie, JAMET Eric, RAGOT Martin, ERHEL Séverine, MICHINOV Nicolas, PELTIER Clément & LOPEZ Thomas (2015), « Concevoir des environnements virtuels éducatifs avec les utilisateurs finaux : exemple du projet VirtualiTeach », *Terminal*, n°117, En ligne <http://journals.openedition.org>

MAYEN Patrick (2014), « Apprendre à travailler et à penser avec les êtres vivants, l'entrée par la didactique professionnelle », dans Patrick Mayen & Armelle Lainé (dir.), *Apprendre à travailler avec le vivant : développement durable et didactique professionnelle*, Dijon, Éditions Raison et Passions, p.15-86.

MAYEN Patrick (2016) « Connaitre et penser, le défi d'intelligence des pratiques agro-écologiques », *Agronomie environnement et sociétés*, vol.6, n°2, p.167-175.

MAYEN Patrick & LAINÉ Armelle (2014), *Apprendre à travailler avec le vivant : développement durable et didactique professionnelle*, Dijon, Éditions Raison et Passions.

MAYEUX Catherine (2014), « La didactique professionnelle à la découverte des travaux forestiers », dans Patrick Mayen et Armelle Lainée (dir.), *Apprendre à travailler avec le vivant : développement durable et didactique professionnelle*, Dijon, Éditions Raison et Passions, p.191-212.

MORIN Edgar (2005), *Introduction à la pensée complexe*, Paris, Seuil.

NYSSSEN Anne Sophie (2003), « The use of simulators as training tools », *Current Medical Anesthesiology*, En ligne <http://hdl.handle.net>

PAILLÉ Pierre & MUCCHIELLI Alex (2003), *L'analyse qualitative en sciences humaines et sociales*, Armand Collin (4^e édition).

PASTRÉ Pierre (2005), *Apprendre par la simulation : de l'analyse du travail aux apprentissages professionnels*, Toulouse, Octares.

PASTRÉ Pierre (2011), *La didactique professionnelle. Approche anthropologique du développement chez les adultes*, Paris, Presses universitaires de France.

PASTRÉ Pierre, MAYEN Patrick & VERGNAUD Gérard (2006), « La didactique professionnelle », *Revue française de pédagogie*, n°154, p.145-198.

SAMURÇAY Renan & HOC Jean-Michel (1988), « De l'analyse du travail à la spécification d'aides à la décision dans des environnements dynamiques », *Psychologie française*, vol.33, n°3, p.187-196.

SAMURÇAY Renan & ROGALSKI Janine (1992), « Formation aux activités de gestion d'environnements dynamiques : concepts et méthodes », *Éducation permanente*, n°111, p.227-242.

SERREAU Yann (2017), *L'entretien d'accompagnement : développement humain et maîtrise des situations dynamiques*, Thèse de doctorat, Université de Bourgogne Franche-Comté.

TERRASSON François (2007), *La peur de la nature*, Paris, Sang de la terre (4^e édition).

THOMAS David R. (2006), « A general inductive approach for analyzing qualitative evaluation data », *American Journal of Evaluations*, vol.27, n°2, p.237-246.

VERGNAUD Gérard (1994), « Le rôle de l'enseignant à la lumière des concepts de schème et de champ conceptuel », dans Michèle Artigue, Régis Gras, Colette Laborde & Pierre Tavignot (éds.), *Vingt ans de didactique des mathématiques en France*, Grenoble, La Pensée Sauvage, p.177-191.

VERGNAUD Gérard (1996), « Au fond de l'action, la conceptualisation », dans Jean-Marie Barbier (dir.), *Savoirs théoriques et savoirs d'action*, Paris, Presse universitaire de France, p.275-292.

VYGOTSKI Lev Semionovitch (1997), *Pensée et langage*, Paris, La dispute (3^e édition).