L'IA en formation professionnelle : usages, fiabilité des traces d'apprentissage et problèmes posés aux concepteurs et aux enseignants-formateurs

Solange Cartaut, Jean-François Métral, Paul Olry, Dominique Guidoni-Stoltz, Charles-Antoine Gagneur

▶ **To cite this version:**

Solange Cartaut, Jean-François Métral, Paul Olry, Dominique Guidoni-Stoltz, Charles-Antoine Gagneur. L'IA en formation professionnelle : usages, fiabilité des traces d'apprentissage et problèmes posés aux concepteurs et aux enseignants-formateurs. Livre blanc Enseigner et apprendre à l'ère de l'IA. Acculturation, intégration et usages créatifs de l'IA en éducation, pp.41-55, 2022. hal-03929868

HAL Id: hal-03929868

https://institut-agro-dijon.hal.science/hal-03929868

Submitted on 9 Jan 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.

L'IA en formation professionnelle : usages, fiabilité des traces d'apprentissage et problèmes posés aux concepteurs et aux enseignants-formateurs

S. Ciavaldini-Cartaut, LAPCOS (EA7278), Université Côte d'Azur et UR Formation et Apprentissages Professionnels (EA 7529), CNAM Paris

J.-F. Métral, P.Olry, D. Guidoni-Stoltz, C-A. Gagneur, UR Formation et Apprentissages Professionnels (EA 7529), Agrosup Dijon

2

Introduction

L'usage de l'IA dans la formation professionnelle soulève de nombreuses critiques et questions. Elles sont spécifiques aux contextes de son usage dans l'alternance entre éducation formelle et éducation-formation sur la place du travail. Elles renvoient aussi à la nature même des traces d'apprentissage ou des traces d'activité qui sont susceptibles d'être mobilisées dans une conception continuée dans l'usage, d'environnements d'apprentissage intégrant de l'IA à des fins de renforcement du processus d'enseignement ou d'apprentissage.

Les analyses rapportées dans ce chapitre s'inscrivent dans le paradigme culturel et anthropocentré, mais aussi sociotechnique (Albero, 2019) de l'usage des technologies. Les technologies incluant l'IA y sont, pour les utilisateurs, des instruments (Folcher et Rabardel 2004) subordonnés aux tâches et aux situations dans lesquelles se déploie l'activité professionnelle située. L'IA est considérée comme une aide, en ce qu'elle prend en charge une part des opérations et traite et/ou donne accès à des informations venant étayer les raisonnements et le processus d'enseignement- formation-apprentissage. Elle peut, à certaines conditions, aider à la coopération entre enseignants- formateurs et apprenant, et/ou à la régulation des apprentissages par l'enseignant formateur ou l'apprenant lui-même. Elle peut également soutenir le recueil de traces d'activité dans la réalisation d'une tâche dans un emploi visé et contribuer à leur analyse.

Toutefois, l'usage de l'IA dans la formation professionnelle rencontre des freins et des problèmes liés au fait que l'activité productive, délibérative, adaptative, créative, notamment avec et pour le vivant, qui ne se réduit pas aux comportements observables et normalisés. Aussi, le recours aux *learning analytics* s'avère peu pertinent pour saisir les processus cognitifs, adaptatifs et créatifs qui sont requis parfois des enjeux productifs en situation de travail.

Ces processus inhérents à l'activité en lien avec d'autres humains ou le vivant en général (David et Droyer, 2019) conduisent à interroger les traces permettant de constituer des données tangibles pour concevoir des formations professionnelles enrichies des contributions d'une IA. En outre, le public de la voie professionnelle, à l'articulation entre les formations initiales et continues, n'est pas captif des enjeux formels d'éducation. Se pose ainsi aux concepteurs un second problème qui est de rendre l'IA « acceptable » tant du côté de la formation que du côté du monde du travail.

Dans ce chapitre nous interrogerons la nature des données initiales et leur qualité (ce qui est à faire apprendre) ainsi que la nature des traces d'apprentissage dans une perspective *d'Educational data mining.* Ce préalable sera indispensable pour examiner de façon critique les bénéfices consubstantiels de l'IA à la formation professionnelle face aux pressions de la performance organisationnelle. Nous prendrons à cette fin plusieurs illustrations empiriques.

La première est en lien avec la fabrication du fromage de Comté (Chrétien, Métral et Olry, 2020) où le raisonnement adaptatif des professionnels en situation est déconsidéré face aux processus industriels ou semi-industrialisés ce qui *in fine* constitue un frein sociotechnique à la création d'une IA pour la formation professionnelle du secteur.

En ce qui concerne l'usage de l'IA comme outil partenaire de l'apprentissage, la seconde illustration s'appuiera sur les résultats de la recherche e-Fran « Silva numerica » qui portent sur la conception et l'usage expérimental d'un environnement d'apprentissage à la gestion de la forêt (Guidoni-Stoltz, 2019, 2020 ; Chiron, 2018). Même si le prototype de cet environnement virtuel relève actuellement d'une simulation 3D sans recours à l'IA, s'y pose la question d'une modélisation réaliste et authentique du travail du forestier pour l'engagement et le suivi des apprenants dans un parcours de formation. Toutefois, son caractère réaliste

peut devenir un frein didactique à l'apprentissage des raisonnements professionnels projectifs sur l'évolution du vivant (la forêt). Dans ce cas, nous nous demanderons comment l'IA en tant que ressource didactique et « outil partenaire » pourrait être susceptible de contribuer à des feedbacks tout en accordant une place à l'erreur dans le raisonnement projectif des formés ?

La troisième illustration concernera la contribution de l'IA au potentiel d'apprentissage en situation de travail et au développement des compétences des mécaniciens automobiles. À partir des résultats de la recherche menée par Gagneur et Vassout (2019) sur les garages connectés, nous traiterons de l'invisibilisation du travail d'enquête pourtant requis pour l'analyse diagnostic de pannes complexes. Le problème que doit dépasser la formation professionnelle est alors de redonner une visibilité aux processus cognitifs d'inférence opérés par le mécanicien sur l'état observé du véhicule et l'utilisation par son propriétaire. Ce processus dépasse le simple usage d'une valise connectée et requiert d'apprendre en formation professionnelle initiale à dominer l'IA en la replaçant comme un instrument parmi d'autres, à utiliser tant par les tuteurs que par les apprentis.

Nous conclurons ce chapitre autour des enjeux relatifs à la fiabilisation des données construites à des fins d'exploitation par un système d'IA et traitables dans le cadre de dispositifs d'enseignement- formation dans la perspective du dépassement des problèmes d'usage évoqués précédemment.

Mots clefs: formation professionnelle, traces d'apprentissage, traces d'activité, conception de l'IA, problèmes d'usage

Fiabilité, qualité et tangibilité des données initiales dans la formation professionnelle pour concevoir une Intelligence artificielle

Dans les univers sociaux productifs comme dans celui de l’éducation nationale, il existe un discours à propos des compétences professionnelles et des tâches concrètes à réaliser pour les acquérir puis les renforcer. Toutefois, les choses se compliquent parfois, quand on prend en compte le travail réel dans l'entreprise et cela pour deux raisons. L’entreprise est un lieu de production confidentiel qui ne laisse pas filtrer des données aisément ; l’Intelligence artificielle (IA dans le reste du texte) suppose de documenter une « matière inflammable » : le travail. En effet, si l’entreprise sait documenter les emplois, la « logique compétence » a individualisé la réalisation des tâches et nombre d’entreprises (ou d’administrations, d’associations, etc.) connaissent mal le travail tel qu’il se fait et ne le souhaitent pas. En effet, documenter le travail supposerait de collecter les informations à son propos, ce qui correspond à l’exact contraire des politiques RH menées depuis trente ans. D’autres formes de complication s’ajoutent dès lors qu’il s’agit de travailler avec autrui ou bien avec et pour le vivant (Mayen et Lainé, 2014), dans des environnements complexes, dynamiques, à long délai de réponses, comme celui de l’écosystème forestier par exemple. Le travail qui s’inscrit dans un genre professionnel porteur d’histoire, mais aussi à la croisée de sphères économique, sociale et environnementale est tout à la fois singulier, pris dans des conflits de critères et parcouru d’incertitudes, de dilemmes et de questions socialement vives.

Se pose donc la question des données initiales sur lesquelles faire porter les apprentissages professionnels notamment lorsque le travail est discrétionnaire ou ne se résume pas aux seules prescriptions. Si dans l’entreprise il est assez commun d’évoquer que les procédures, le savoir auquel elles sont associées est souvent « froid », c’est-à-dire hors du sujet qui le mobilise dans une activité réelle toujours plus complexe que la tâche avec laquelle elle s’éprouve. Ce constat complique le choix des données initiales à implémenter et sur lesquels vont porter les apprentissages professionnels. Certes, on peut apprendre les bases du management, mais l’exercer dans l’entreprise est plus complexe aux niveaux opérationnel et adaptatif. Ce

plan adaptatif, voire créatif de l'activité en lien avec l'humain ou le vivant (David et Droyer, 2019) questionne les traces d'activité professionnelle permettant de constituer des données tangibles pour développer des formations enrichies des contributions d'une IA. Or, on ne peut dissocier la question de la fiabilité des données de celle de leur tangibilité qui est forcément corrélée à leur réduction. Dans le monde de l'éducation, il apparaît plus facile de disposer de données tangibles : les savoirs scientifiques et didactiques sont largement établis (notamment par la recherche en didactique des disciplines et les programmes scolaires) et la traçabilité de l'apprentissage est requise pour l'évaluation de la performance scolaire. Toutefois, il n'en est rien du côté du monde du travail où le curseur de l'efficacité est davantage corrélé au résultat immédiat ou à long terme. Les mesures et les jugements sur les hommes et la qualité de leur travail sont le plus souvent « maladroits à dire » (Dujarier, 2010). La formation professionnelle se trouve donc à la croisée d'usage des données tangibles d'apprentissage et des données fidèles aux situations de travail (Chiron, 2018). L'usage de la simulation en formation se rapproche des données fidèles aux situations de travail. Toutefois, elle peut paradoxalement ne contribuer que faiblement aux apprentissages si elle est insuffisamment didactisée, ce que documentent fort bien les travaux en didactique professionnelle. En effet, dans toute conception d'activité de simulation se pose la question de la fidélité épistémique : quelles données et fonctionnalités implémenter pour quel apprentissage du travail ? Par ailleurs, dans le cas de la transmission professionnelle en situation de travail (mentorat, tutorat, AFEST), les données initiales ne sont pas toujours assez précises pour envisager de créer une IA ou d'alimenter une *machine learning* centrée sur l'activité professionnelle cible afin d'en faciliter l'apprentissage.

Nous prendrons comme illustration une étude récente sur la fabrication des meules de fromage de Comté (Chrétien et al., 2020). Cette fabrication en France est de loin la plus documentée sur les 165 sortes de fromage. Il existe un centre technique depuis trente ans disposant de productions scientifiques et des tests à la pointe du domaine. Toutefois, ces données fiables et tangibles demeurent incomplètes pour expliquer comment et pourquoi certains fromages sont meilleurs que d'autres alors que les procédures sont standardisées. D'un point de vue anthropocentré (Albero, 2019), l'un des organisateurs de cette recherche

(op.cit. 2020) a été d’observer *in situ* et de questionner l’activité des fromagers pour accéder au réel de leur travail de fabrication.

Cet enjeu d’acquisition de traces tangibles de l’activité productive était de saisir les manières de faire et les liens avec les déterminants du goût du fromage et de sa qualité. Autrement dit, il existait des données nombreuses, fiables, actualisables sur les processus en jeu incluant les types de vaches, la météo, le sol, l'herbe qu'elles mangent jusqu’à la place du fromager et l'affinage une fois que le fromage a été fabriqué. Toutes les conditions étaient donc réunies pour créer une IA au service de la formation des enseignants de lycées professionnels et des apprentis de la voie professionnelle (Fig.1).

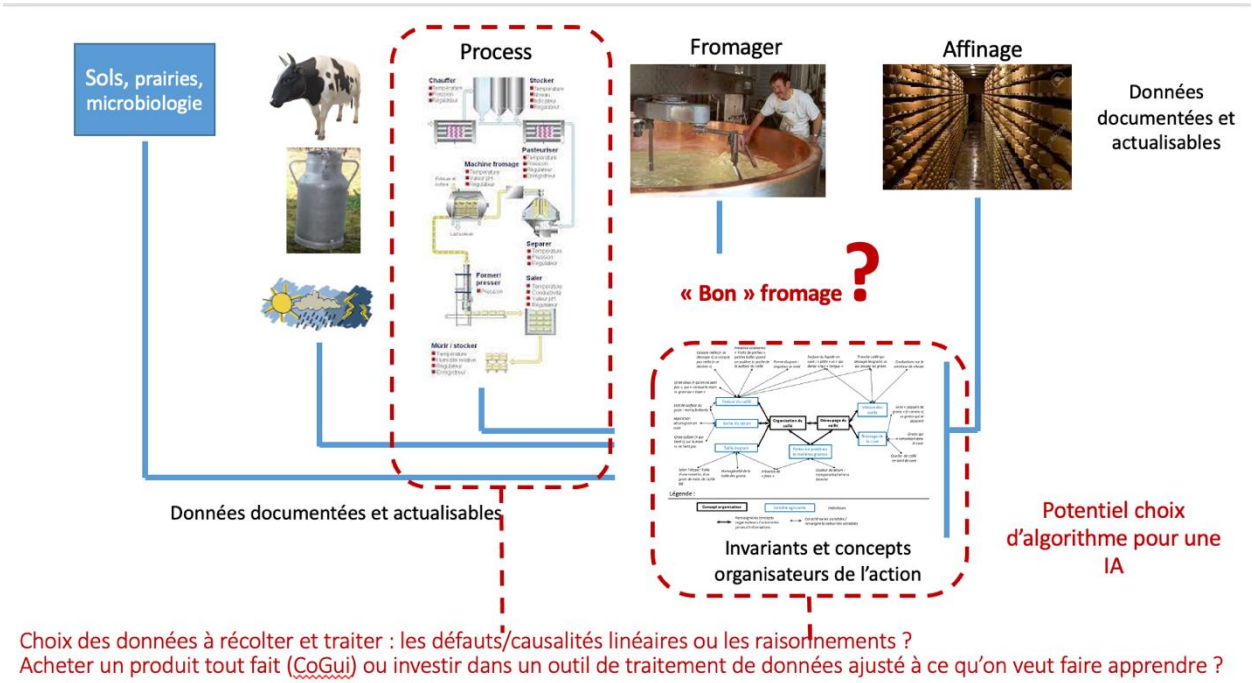

Fig.1 : *Fabrication du fromage de Comté et questionnement du choix d’une IA adaptée aux variables d’action des fromager*s

Mais toutes ces données ne permettent pas de comprendre l’essentiel : les différentes variables que le fromager en action mobilise pour fabriquer le fromage selon sa perception de la qualité du lait, la saison, les ferments lactiques dont il a observé depuis quelque temps qu'ils agissaient de telle ou telle manière. Ce

sont ces variables qui lui permettent de fabriquer du fromage de Comté qui a du goût et elles peuvent, grâce aux connaissances issues de la recherche menée et à leur formalisation, enrichir les données initiales pour l’apprentissage professionnel. Elles pourraient même permettre de concevoir une IA incluant le raisonnement adaptatif des professionnels en situation. Mais apparaît alors un autre problème : les professionnels comme les commanditaires de cette recherche accordent moins de crédits à leurs propres raisonnements singuliers, contextuels, qu’aux processus industriels ou semi-industrialisés. Il s’agit ici précisément du principal frein sociotechnique à la conception d’une IA contributive du perfectionnement des formations existantes. Autrement dit, la place de l'humain dans l'approche anthropocentrée n'est pas défendue à l'intérieur des univers de travail ce qui est au cœur de la question de la fiabilité des données initiales en contexte professionnel. Cela pose aussi la question du choix des données pour concevoir l’IA autrement que ce qui est fait dans le domaine de l’éducation scolaire et des apprentissages disciplinaires. Le cas de la fabrication du fromage de Comté souligne que l’on apprend aussi au travail et sur les lieux du travail. Dans quelle mesure l’IA pourrait-elle agir sur le potentiel d'apprentissage des situations de travail ? Selon Littlejohn (2017), la première difficulté est inhérente à la modélisation d’un environnement complexe et dynamique avec lequel le professionnel interagit et pour lequel on ne dispose pas de capteurs d'information suffisamment performants. C’est le cas dans la fabrication du fromage de Comté avec les dimensions perceptives et gestuelles mobilisées lorsque le fromager veut savoir où en est le processus de transformation du lait : il plonge la main dans la cuve pour toucher le lait. Or, il n’existe pas de capteurs capables de retourner des informations interprétables par une IA en lien avec des traces d’activité du sujet apprenant en agissant au contact de la matière première en situation de production. De façon abrupte, et hors des enseignements des écoles professionnelles initiales, la question du recueil de traces tangibles est autant une question politique que technique. Quelle entreprise est prête à reconnaître les dimensions objectivant le travail tel qu’il se fait pour documenter un système d’IA ? Quelles références, normes, composantes d’une activité singulière et plurielle, toujours complexe doivent être prises en compte ? Jusqu’à présent, on trouve des réponses pour les industries à risque (chimie, santé, aéronautique, transport ferroviaire, nucléaire, etc.), car y travailler suppose de respecter étroitement la prescription. Mais ce sont

précisément ces secteurs qui prêtent la plus forte attention au facteur humain dans les diagnostics de situation et de prise de décision pour assurer la fiabilité *des process*. L’enjeu de l’IA en formation professionnelle est de toucher les autres secteurs de travail.

Un premier usage possible de l’IA en formation professionnelle : un outil « partenaire de l’apprentissage »

Un premier usage possible de l'IA dans la formation professionnelle consisterait à l'implémenter et à l'utiliser en tant qu'outil d’aide, partenaire de l'apprentissage. Par exemple, l’un des intérêts serait, de documenter des données fiables pour concevoir des simulations à partir de situations professionnelles totalement ou partiellement inaccessibles aux futurs professionnels. Ou encore, de fiabiliser le traitement de situations critiques, soit pour le produit, soit pour le processus de fabrication, soit pour les personnes qui y sont engagées. Enfin, ces situations peuvent être dangereuses en elles-mêmes, ou au titre des conditions de l’exercice professionnel. Les phases d'atterrissage ou de décollage d'un avion avec des passagers réels peuvent illustrer notre propos : ces moments sont par nature facteurs de risque, ils le sont encore plus lorsque les créneaux de temps sont saturés sur les plateformes aéroportuaires : c’est la complexité de l’apprentissage de ces phases pour un pilote que pourrait documenter une IA. Mais la difficulté pour l’IA est de disposer de ces données, au regard de processus invisibles ou imperceptibles. De même, les actions conduites sur ces processus et ces situations s'étalent parfois dans le temps long, et on ne peut en voir les effets dans le délai par nature contraint de la formation, voire carrément dans le délai d'une vie.

C'est précisément le cas de la gestion d'une forêt, organisme vivant d’un écosystème complexe. Gérer le vivant, lorsqu’on parle de décisions dont l’impact est à horizon de près d’un siècle (par ex. abattre ou non un arbre, quand ?), opacifie la nature des données susceptibles de documenter une IA. Car simultanément, cette gestion dépend aussi des variables relatives à l’évolution de l’écosystème lui-même, des objectifs de gestion d’un propriétaire, des prix du marché du bois, des risques sanitaires, des évolutions

climatiques, etc. Apprendre à gérer une forêt, c'est apprendre à gérer plusieurs processus simultanés, qui appellent une expertise à penser un système, une expertise d'ailleurs plurielle à partir de laquelle une IA pourrait nourrir avec pertinence un environnement d'apprentissage à l'aide de la simulation.

Ainsi, le projet Silva numérica[1] (Guidoni-Stoltz, 2019, 2020) a rassemblé une masse conséquente d'informations pour documenter le travail de gestion forestière et son apprentissage dans le but de concevoir un environnement numérique d'apprentissage intégrant cette complexité. L'environnement virtuel simulateur s'est appuyé sur une modélisation des processus de développement des arbres dans une population d'arbres qui constituent la forêt. Mais cette modélisation est confrontée à plusieurs limites. La première est que les processus naturels de développement qu'elle vise à reproduire sont tellement complexes qu'il n'existe pas de modèle global prêt à l'emploi, ni même de base de données complètes d'autant qu'ils sont très dépendants du contexte et de la sylviculture pratiquée. Si ces données existaient, une IA pourrait alimenter des scénarios de simulation. Il en va de même pour l'étude de Chrétien et collaborateurs (2020) pour la fabrication fromagère, dont le *process* de fabrication est très documenté, suffisamment précis pour élaborer une IA à partir de ces données riches, fiables et tangibles. La limite réside dans la variabilité et la diversité des situations de travail, tout autant que dans la connaissance des phénomènes biochimiques, ou encore des compétences des fromagers. Cela nous conduit à poser la question suivante : dans quelle mesure en formation professionnelle l'IA pourrait-elle aider les concepteurs à modéliser un processus de formation à partir d'un ensemble de bases de données ou de données ? Comment l'IA pourrait-elle aider à la modélisation et à la simulation du réel si les données existent, alors même qu'un certain nombre de phénomènes et de processus sont très mal documentés ? Une limite apparaît de nouveau.

Certains auteurs, dont les travaux récents de didacticiens (Vadcard 2013, 2019) soulignent que réussir à simuler l'environnement, les situations complexes et dynamiques dans lesquelles les futurs professionnels ont à agir en modélisant au plus près le réalisme ou l'authenticité des situations n'est pas toujours un garant d'efficacité du point de vue de la formation. Ce réalisme est parfois indésirable parce

[1] En ligne : https://silvanumerica.net/

qu'il va justement à l'encontre du fait que pour faire apprendre et pour que les situations puissent devenir des situations de formation, on a besoin de modifier le réel. C'est un peu le sens cette illustration (Fig.2).

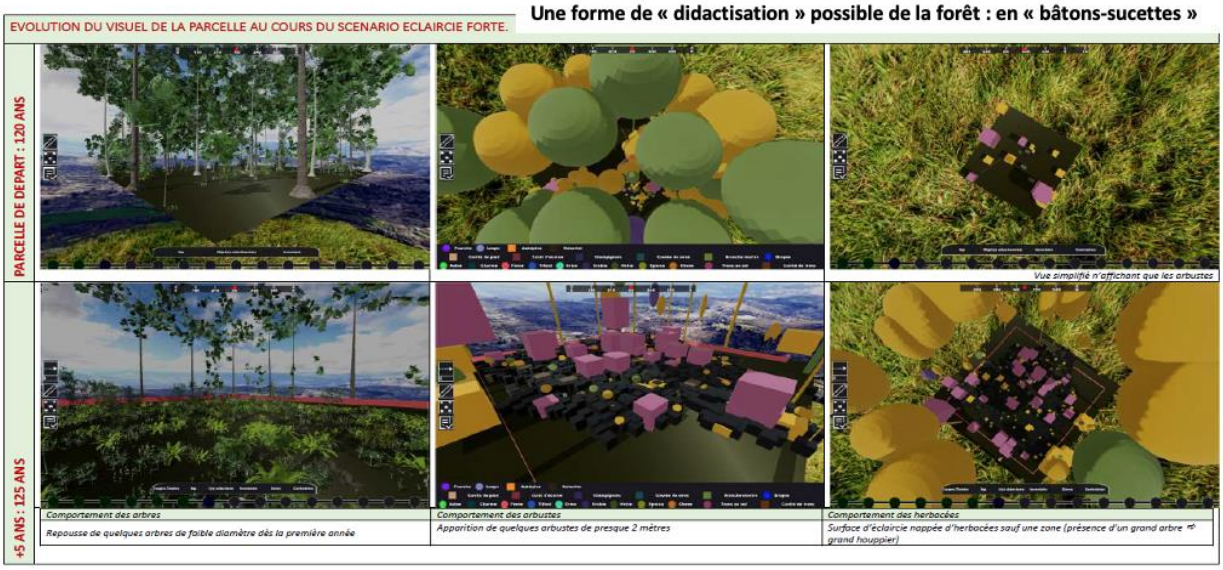

Fig.2 : *Variabilité du réalisme de la simulation en fonction d'enjeux didactiques (source projet Silva numerica)*

À gauche dans cette figure, on retrouve une simulation de la forêt qui est relativement réaliste au regard de la sylviculture sur laquelle elle est basée (futaie régulière de chênes sessiles) et à droite une simulation qui symbolise les arbres en « bâtons de sucette ». Cette dernière, bien qu'ayant perdu de la fidélité au réel, constitue une ressource sémiotique pour la didactique par exemple dans le choix des arbres que l'on veut conserver ou abattre selon leur position sociale dans la forêt.

Le potentiel d'une IA est ainsi non seulement de modéliser le réel, mais aussi de conserver un potentiel d'apprentissage d'une activité professionnelle dans une perspective de didactique professionnelle. Les situations proposées dans les scénarios de simulation, les réponses à l'activité simulée devraient être à la fois documentées par l'IA, pour permettre aux futurs professionnels de s'y immerger, mais aussi de s'en échapper pour les analyser, y réfléchir. Car ce sont les possibles évolutions d'une situation problème, et sa gestion qu'il s'agit d'apprendre en développant un raisonnement, une réflexivité à leur propos et cela en sélectionnant les données pertinentes pour y agir. C'est de son usage dans les raisonnements que les données

retenues tirent leur tangibilité. Or, ces raisonnements et les données sur lesquels ils appuient sont rarement documentés et difficilement modélisables.

Ainsi, documenter une IA, pour concevoir ou optimiser un système formatif suppose de comprendre comment ces raisonnements s'apprennent dans les lieux d'apprentissage et quels en sont les obstacles. L’enjeu de la conception tient alors dans la formalisation de scénarios de formation suffisamment proches des situations de travail et de l’activité professionnelle cible et réduisant les contraintes imposées par les environnements informatiques à la conception didactique.

L’IA et la simulation dans la formation professionnelle : enjeux didactiques et d’usage créatif

Dans quelle mesure l'IA peut-elle aider et apporter une plus-value avec une visée didactique ? Quelles sont les contraintes de conception pour un usage créatif de l'IA ? Nous reprenons ici des questions complémentaires à celles déjà posées autour de la plus-value potentielle d'un recours à IA dans la formation professionnelle. Quelles informations relatives à un environnement complexe doivent être données aux formés, sous quelle forme et à quel(s) moment(s), pour étayer le processus ? Contrairement aux experts, l’une des difficultés des novices consiste à repérer les indicateurs et à élaborer des inférences pertinentes pour diagnostiquer la situation. Ainsi, l'environnement numérique à créer doit attirer l'attention des apprenants sur les dimensions essentielles qu'ils doivent prendre en considération pour agir en tant que professionnels : mais à quel point ? Quelle transposition didactique au niveau de l’IA sont requises pour aider, guider, accompagner la bonne décision en faisant en sorte qu’en situation l'erreur soit encore possible ? Comment ne pas réduire la complexité de l’environnement réel et la richesse d’une activité de travail tout en facilitant sa compréhension aux apprenants ?

Peut-on envisager un guidage sémantique ? Faut-il y préférer un guidage iconique ? Dans quelle mesure l'IA couplée à des *learning analytics* pourrait-elle non seulement permettre d'adapter le type de guidage proposé (en fonction des connaissances, des apprentissages des utilisateurs), mais aussi faciliter les

feedbacks des enseignants formateurs ? Certains chercheurs pensent comme intéressante l’utilisation de l’IA pour mieux guider les apprentissages. Dans le projet Silva numerica s’est posé aussi la question de la nature des informations relatives aux environnements forestiers simulés à proposer aux apprenants, sous quelle forme et à quel moment. Différents types d'informations leur ont été données. Prenons l’exemple des fiches descriptives (Fig.3), par exemple d'animaux, d'insectes, d'oiseaux, mais aussi des données sur les populations d'arbres et les différentes espèces d'arbres en présence, ou encore la construction d'un audit sur la valeur économique et la valeur écologique de la parcelle forestière.

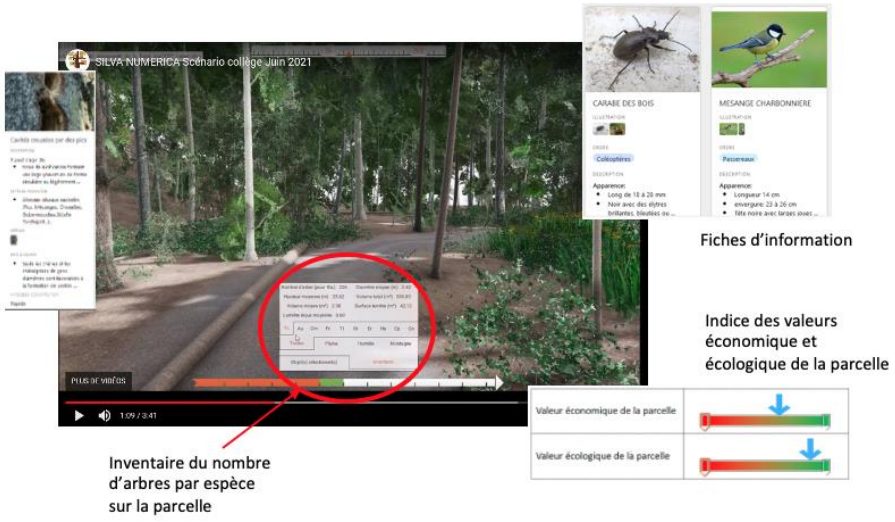

Fig.3 : *L’IA et les learning analytics pour adapter les informations, leur forme et le moment où elles sont accessibles (source projet Silva numerica)*

Faut-il donner accès immédiatement à ces informations, à ces ressources comme le ferait un enseignant dans un cours magistral ? Une IA pourrait-elle aider à adapter les informations, leur forme et le moment où elles sont accessibles pour l’apprenant ?

Les deux points qui précèdent mettent en évidence une maturité insuffisante de l’écosystème de la formation professionnelle vis-à-vis de l’IA et réciproquement. Documenter une IA suppose une décision politique lourde pour les organisations productives, comme pour les formations professionnelles initiales et

continues: accepter de donner à voir le travail tel qu’il se fait, tel qu’il se pense, tel qu’il peut ou non se dire. Les industries à risque y sont contraintes par la réglementation. Les autres secteurs professionnels demeurent en partie « sourds et aveugles », non par mauvais esprit, mais par méconnaissance. Il y a beaucoup d’enjeux dans le dévoilement du travail et les raisonnements qui le guident.

Documenter une IA suppose forcément une réduction des situations professionnelles à des segments traitables de l’activité professionnelle à faire apprendre. Mais cette réduction doit se maintenir au niveau des variables de l’action mobilisées dans les raisonnements des professionnels. Autrement dit, il convient de penser la tangibilité des données non comme une information ou un fait, mais comme une information traitable, exprimée dans un format reconnaissable, susceptible d’être mise à l’épreuve, satisfaisant simultanément les conventions de métier, la pluralité des modèles opératoires et les ajustements à ce qui convient en situation.

L’IA et les tuteurs intelligents pour les apprentissages professionnels et l’assistance à l’enseignement

Une question cruciale à nos yeux porte sur la capacité de l’IA à renvoyer des rétroactions pertinentes pour les apprentissages. Dans la littérature, comme le montre l’étude de Hwang et collaborateurs (2020), il chemine l’idée d’une IA comme tuteur intelligent. En formation professionnelle, l'IA est-elle en capacité d’analyser l’activité de l’apprenant afin de réaliser des rétroactions pertinentes pour les apprentissages ? Cette question est redoutable, car l’IA devrait d’une part savoir analyser l’activité de l’apprenant sur la base de ses seules actions sur la machine, opérer une explicitation de la validité ou de l'invalidité de ce qu’il a réalisé et évaluer la qualité des apprentissages liés et cela à partir de l’intégration de différentes informations : celles relatives aux actions réalisées par l'apprenant, puis leur interprétation. En effet, dans l'action professionnelle, il y a souvent plusieurs résultats possibles qui peuvent être pertinents. Dans la gestion forestière, par exemple, chaque forestier en fonction des objectifs (de production, environnementaux, sociaux) peut analyser la situation et prendre des décisions d’action différentes d’un

autre forestier. Pour autant, chaque itinéraire sylvicole établi peut être pertinent. Par ailleurs, cette interprétation de l’IA devrait tenir compte du fait qu’une conformité du résultat ne garantit pas du tout la compréhension de l’apprenant, des stratégies, modes opératoires et savoirs professionnels. Cela ne peut pas non plus être une conformité à une bonne pratique ou un raisonnement standard puisque, là encore, dans le domaine professionnel, plusieurs raisonnements différents, pour une même classe de situations, permettent d'arriver à un résultat similaire ou un résultat acceptable. Et enfin, il resterait à préciser quels indicateurs permettent d'inférer que l’apprenant a appris quelque chose ou est en difficulté. Un apprenant peut tout à fait par exemple obtenir une « belle forêt » virtuelle (de beaux chênes, au diamètre impressionnant et donc avec une grande valeur marchande) par un cheminement intellectuel hasardeux et sans même avoir compris les concepts pragmatiques organisateurs d’une bonne gestion forestière. L’IA en tant qu’assistant de l’enseignant professionnel doit alors lui fournir des informations pertinentes et utilisables afin de pouvoir formaliser, discuter et institutionnaliser des savoirs professionnels.

La question devient alors dans quelle mesure l'IA, couplée à des *learning analytics* permettrait d'adapter le type de guidage proposé en fonction des connaissances, des apprentissages des utilisateurs, comme certains chercheurs le pensent possible ? Pourrait-on s’appuyer sur la capacité annoncée de l’IA à apprendre et à s’autocorriger (*machine learning*) et à mimer le comportement humain (*deep learning*) afin qu’elle détecte des erreurs ou des difficultés récurrentes des apprenants, puis transforme le contenu, la forme ou le moment des rétroactions produites, comme le ferait un enseignant ? Cela nous semble hautement hasardeux, car 1/la capacité d’auto-apprentissage des réseaux neuronaux est limitée par la manière dont ils s’indexent sur le réel, car ils cherchent des régularités non pas dans le réel, mais dans l’image numérique qu’ils en forment et 2/le moteur du tutorat est une maïeutique des discordances, alors que le principe de construction des IA est de rechercher des concordances entre jeux de données pour extraire ces régularités.

Il est tout à fait possible que l’IA arrive prochainement à un niveau de finesse lui permettant de détecter des discordances pédagogiquement pertinentes au sein du texte (ou de l’activité numérisée). Mais les problèmes d’indexation de l’IA sur des éléments contextuels distants demeurent prégnants. En effet, en formation professionnelle, quand bien même la recherche pourrait aider à déterminer une structure conceptuelle pour

chaque classe de situation professionnelle et modéliser un mode opératoire expert, l’indexation des apprentissages sur les situations de travail réelles, sur leur dynamique et leurs particularités, constitue une part très importante de l’activité des formateurs et tuteurs. Elle implique bien souvent la connaissance d’implicites professionnels pouvant être très distants des conditions *hic et nunc* de la réalisation de l’action (culture de l’entreprise, style professionnel de tel tuteur en particulier, inscrite ou non dans le genre professionnel, etc.). Cela pose des problèmes d’acquisition, de sélection et de pertinence que l’avancement de la numérisation du monde ne permet pas encore de résoudre par l’automation, fût elle appuyée sur des capacités de calcul contemporaines. Les exemples supra de la fabrication du Comté, de la gestion forestière ou de l’usage de l’IA dans les garages automobiles nous semblent tout à fait significatifs de cette difficulté d’indexation du virtuel numérique sur le réel. Dans ce type de contexte, il nous semble encore fantasmatique de confier à une IA la conduite d’une maïeutique apprenante à partir des écarts constatés au sein du discours sur l’activité, entre l’activité racontée et l’activité observée, entre l’activité observée et l’activité réelle, entre l’activité prévue et réalisée ou souhaitable a posteriori. Si cette maïeutique est peut-être accessible aux *machines learning* et à l’IA quand elle s’exerce au sein du texte facilement accessible à la numérisation, il nous semble que les activités téléologiques dont la régulation fait appel à des prises d’informations aux règles complexes et pouvant se faire très à distance de l’activité immédiate vont rester encore hors de portée de ces approches pour un certain temps. On l’aura compris, le problème n’est pas tant du côté de l’IA en soi. Les deux exemples suivants illustrent ces problématiques pour deux configurations de mobilisation de l’IA dans la constitution de la capacité à agir.

Nous reprendrons l’exemple du projet Silva numérica : l'outil a été conçu pour enregistrer les actions réalisées par les apprenants au fur et à mesure qu'ils avancent dans les scénarios et les réponses qu'ils apportent aux activités demandées. Ces traces d’actions individuelles étaient accessibles aux enseignants à la fin de l'activité, sous une forme extrêmement complexe. Elles se sont révélées difficilement exploitables par eux-mêmes après la formation (texte illisible et chargé d’informations) et carrément inexploitables en cours de formation. Il était donc impossible pour les enseignants formateurs de pratiquer un débriefing sur la base du parcours de chaque apprenant dans les scénarios numériques. Fort de ce constat

lors des premières expérimentations, la décision a été prise de plutôt suivre l'activité des apprenants au fur et à mesure de leur travail dans l’environnement virtuel et d'avoir des traces d'activité permettant d'implémenter *a posteriori* dans les scénarios des questionnaires d'évaluation. Et c'est sur la base des réponses à ces tâches d'évaluation qu’ont été prises en compte des traces de l'activité, des traces des apprentissages. On est loin du tuteur intelligent. Si l’on veut vraiment savoir si les apprenants ont compris quelque chose, cela implique aussi qu'ils puissent avoir des espaces dans lesquels ils peuvent développer leur raisonnement et donc qu'il y ait des questions ou des activités qui impliquent des réponses ouvertes. Or, les enseignants ont constaté que des éléments issus de questions ouvertes étaient trop compliqués à interpréter et à exploiter collectivement, en formation. Ils en sont donc venus à proposer des quiz et des textes à trous plus faciles à utiliser. Alors est-ce que l'IA serait en mesure d'apporter une plus-value en lien avec des données beaucoup plus larges, beaucoup plus hétérogènes, pour proposer un certain nombre d'indicateurs qui permettraient de situer l'apprenant dans son apprentissage ?

Nous prendrons cette fois-ci le cas des garages connectés interrogeant le potentiel d’apprentissage des situations de travail et la contribution de l’IA au développement des compétences. Gagneur et Vassou (2019) ont mené une recherche sur les garages connectés. Du point de vue des constructeurs automobiles, une révolution serait en marche en lien avec l’omniprésence du numérique. Du point de vue des auteurs, un problème apparaît lié à une focalisation excessive sur les valises diagnostiques utilisées en cas de pannes des véhicules. Les capteurs servent à remonter de l'information, qui est ensuite comparée à des bases de données dans lesquelles ont été implémentées les pannes historiques : cela permet d'identifier le type de panne et de fournir aux mécaniciens une procédure pour la résoudre. Le constat est que 90% des mécaniciens utilisent cette valise diagnostique sur un mode basique autrement dit sur des pannes simples, parfaitement référencées et donc ils suivent ensuite la procédure. Cela marche assez bien. Dans ce cas-là, le processus n’est pas compliqué à apprendre en formation professionnelle. Mais dans 30 à 40 % des cas, ça ne marche pas. À ce moment-là, il faut beaucoup plus de temps pour résoudre ces pannes et pour mener l'enquête. En effet, pour les pannes complexes, bien qu’il y ait des capteurs un peu partout dans les voitures, certains endroits ne peuvent pas en être pourvus. La finalité de ces capteurs, est de faire fonctionner la

voiture, mais pas de permettre l'enquête des mécaniciens en cas de panne. De nombreux endroits où il n'y a pas de capteurs échappent donc à l'outil numérique. Et c'est là qu'intervient l'expertise des professionnels dans ce qui n'est pas accessible à l'outil numérique et donc à la mallette diagnostique. Pour les pannes plus complexes, les professionnels doivent être capables « de prendre la main sur le diagnostic fait par la machine » pour l'utiliser dans un autre mode. Ce sont des compétences critiques pour la survie des entreprises : il suffit de quelques pannes qui résistent au diagnostic et à l’intervention, et consomment donc du temps de travail sans possibilité de facturation, pour mettre en péril la profitabilité d’un atelier de réparation automobile.

Il s'agit de recueillir des données, mais ensuite de les croiser avec d'autres données. Des données d'observation des véhicules tels que les bruits, les traces d'huile, voire les données relatives à l'expérience client, son usage du véhicule, etc. Pour les mécaniciens experts, l’enjeu est de « dominer l’IA et non pas de se laisser dominer par elle ». Et donc, toute la compétence, à ce moment-là sera dans l'enquête et leur intégration des différents points de vue, des différents types de données : cela implique d'avoir des connaissances sur ce qui se passe physiquement et mécaniquement pour limiter les interprétations erronées. Pour la formation professionnelle, le défi est alors d’une part de proposer des conditions qui vont permettre d'apprendre à dominer la machine pour en faire un instrument de son activité, dans un système sociotechnique.

En conclusion, avec la mallette diagnostic dans le secteur de la maintenance automobile, en suivant Casilli (2019), on pourrait dire que l’IA « invisibilise une part du travail humain ». N’oublions pas que dans l'organisation du travail, cet usage maîtrisé de la machine est confié souvent aux plus experts alors que les mécaniciens de base, dont les apprentis, n'ont pas souvent accès à ces pannes. Apparaît ici le risque d'une déqualification progressive des mécaniciens. Cela signifie aussi que tous les professionnels ne pourront pas être tuteurs en mesure d'assurer des actions de formation en situation de travail (AFESTS) par exemple. Ce cas nous invite à rappeler que pour dominer la machine, il faut aussi dominer son objet de travail, c'est-à-dire avoir des connaissances en mécanique, en physique assez pointues, pour pouvoir se prémunir des biais de la médiation numérique. Le risque est grand aussi de conformer les apprenants à un ou quelques modèles

professionnels qui ne tiennent pas compte de la richesse du travail réel et de l’intelligence professionnelle (Guidoni-Stoltz, 2019).

En définitive, dans la formation professionnelle, la présence de l'IA ne fait que renforcer la nécessité d'un accompagnement humain des apprentissages par des professionnels tuteurs et par des formateurs qui sont capables de rendre visible la part invisible du travail. Ils doivent mettre en partage les implicites qui fondent l’activité professionnelle.

Il nous semble donc que l’affirmation posée par (Hwang et al., 2020) selon laquelle reste à ce stade au mieux de l’ordre de la croyance au pire de l’ordre de l’illusion dans le domaine de la formation professionnelle tout au moins :

> *« Une application d'IA pourrait jouer le rôle d'un tuteur qui observe les processus d'apprentissage des élèves, analyse leurs performances d'apprentissage et leur fournit une assistance instantanée en fonction de leurs besoins. Sur la base des besoins potentiels des élèves, une équipe interdisciplinaire (composée, par exemple, d'informaticiens et de spécialistes de l'apprentissage) peut développer un système de tutorat intelligent qui permet aux élèves d'apprendre, de s'exercer et d'interagir avec leurs pairs ou leurs enseignants, mais qui fournit également des conseils, des orientations et des aides aux individus en fonction de leur statut ou de leurs besoins ».*

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons voulu traiter des intérêts potentiels et des limites actuelles concernant l’usage de l’IA pour enseigner et pour apprendre les métiers dans la formation professionnelle et sur la place du travail. Nous avons pu expliquer comment l’une des clés pour rendre possible une plus-value de tels usages de l’IA réside dans la capacité des évolutions technologiques à fiabiliser et à rendre tangibles et exploitables les données du travail sur lesquels vont porter les apprentissages professionnels (gestes, situations, circonstances, raisonnements, etc.) ainsi que les données d’apprentissage elles-mêmes. Si la vitesse d’évolution des techniques de *machine learning* rend difficiles les pronostics de développement de l’IA dans les années à venir, l’indexation de ces processus sur le réel nous semble constituer une limite d’ordre logique plus que technique, et donc probablement pérenne. Partant de là, rendre tangibles et

exploitables les données du travail implique une démarche partenariale avec les organisations professionnelles sur différents points : la conception des outils d'aide à l'apprentissage fondé sur un accès de telles données auprès des professionnels ; le dépassement du frein sociotechnique du manque de confiance des professionnels quant à de telles données ; l'accès des enseignants, formateurs, apprenants aux outils professionnels embarquant une IA, en mettant en place les conditions pour rendre visible le travail réel, apprendre la part de raisonnement mobilisés et permettre une domination de la machine par une appropriation en tant qu'instrument (Folcher & Rabardel, 2004). Nous avons montré en quoi cela nécessite un travail de conception d'usage des outils d'assistance à l'enseignement avec les enseignants et les formateurs eux-mêmes : c'est une condition de leur intégration de l'IA dans les pratiques et son acceptabilité. L'enjeu est aussi que l'usage de l'IA dans l'accompagnement des apprentissages se donne les moyens d'une reconfiguration ergonomique des outils proposés aux acteurs.

Références

Albero, B. (2019). La théorie de l'enquête : relier les pôles épistémè et praxis de l'activité, *Recherche et formation* [En ligne], *92*. URL : http://journals.openedition.org/rechercheformation/5651 ; DOI : https://doi.org/10.4000/rechercheformation.5651

Casilli, A-A. (2019). *En attendant les robots. Enquête sur le travail du clic*. Seuil.

Chiron, T. (2018). Explorer les potentialités d'un Environnement Virtuel Educatif (Silva Numerica) pour favoriser l'apprentissage de situations complexes et dynamiques en lien avec le vivant : le cas d'apprenants forestiers. Colloque doctoral international de l'éducation et de la formation. Rennes, France. ⟨hal-01767554⟩

Chrétien, F., Métral, J.-F. & Olry, P. (2020). Voir ce qui ne se voit pas. Regarder, voir, savoir en fromagerie. *Revue d'Anthropologie des connaissances*, 14 *(3)*. URL : http://journals.openedition.org/rac/10523 ; DOI : https://doi.org/10.4000/rac.10523

David, M. & Droyer, N. (2019). Evaluation de la co-conception d'un environnement virtuel éducatif forestier - Pré-enquête à l'entrée par le critère de pertinence, *e-JIREF*, 5 *(3)*. URL : http://journal.admee.org/index.php/ejiref/article/view/21

Dujarier, M. A. (2010). L'automatisation du jugement sur le travail. Mesurer n'est pas évaluer. *Cahiers internationaux de sociologie,* (1), 135-159.

Folcher, V., & Rabardel, P. (2004). 15. Hommes, artefacts, activités: perspective instrumentale. In *Ergonomie* (pp. 251-268). Presses Universitaires de France.

Gagneur, C-A. & Vassout, D. (2019). Étude garage connecté : usage des outils connectés. Rapport de recherche dans le cadre d'un Projet d'Investissement d'Avenir (PIA). Association Nationale pour la Formation Automobile (ANFA). URL : https://www.anfa-auto.fr/observatoire/la-prospective/competences-numeriques

Guidoni-Stoltz, D. (2019). *Concevoir un environnement virtuel éducatif pour «capitaliser», former ou développer l'intelligence professionnelle des forestiers : intérêts et (dés) illusions de la simulation*. Acte du colloque international de l'association Recherches et Pratiques en Didactique Professionnelle (RPDP). Université de Sherbrooke, Longueuil, Canada.

Guidoni-Stoltz, D. (2020). L'œil du forestier, instrument et miroir de l'activité professionnelle : Une perspective de didactique professionnelle. *Revue d'Anthropologie des connaissances*, [En ligne], 14 (3). URL : http://journals.openedition.org/rac/8371. DOI : https://doi.org/10.4000/rac.8371

Hwang, G.-J., Xie, H., Wah, B. W., & Gašević, D. (2020). Vision, challenges, roles and research issues of Artificial Intelligence in Education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 1*(100001)*.DOI : https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100001

Knight, S., & Buckingham, S. (2017). Theory and Learning Analytics. In C. Lang, G. Siemens, A. Wise, & G. Dragan (Eds.) (p. 17-22). SOLAR. URL:https://www.solaresearch.org/publications/hla-17/

Littlejohn, A. (2017). Learning and Work : Professional Learning Analytics. In C. Lang, G. Siemens, A. Wise, & D. Gasevic (Eds.), *Handbook of learning analytics* (p. 268-276). SOLAR. URL : https://www.solaresearch.org/publications/hla-17

Mayen, P., & Lainé, A. (Eds.). (2014). *Apprendre à travailler avec le vivant ? Développement durable et didactique professionnelle*. Éditions Raison et Passions.

Vadcard, L. (2019). Vers une didactique des gestes techniques. Enjeux pour la formation professionnelle en santé [Habilitation à diriger des recherches]. Université de Bourgogne Franche-Comté.

Vadcard, L. (2013). Étude didactique de la dialectique du travail et de la formation au bloc opératoire, *Éducation et didactique* [En ligne], 7 (1). DOI : https://doi.org/10.4000/educationdidactique.1598