



ADOXAL

CHANTIER APRÈS-VENTE CONNECTÉE VL



Etude garage connecté : usage des outils connectés

PIA « Développer les Compétences Numériques des
Services Automobiles ».

Chantier Après-vente connectée VL

Charles-Antoine Gagneur
Didier Vassout

Mai 2019

SOMMAIRE

> Rappel du cahier des charges de l'étude	4
> Le terrain	6
> Du travail à l'activité	13
> De l'activité aux compétences : quels enjeux de formation ?	35
> Synthèse et recommandations	48

Ce rapport rend compte d'une étude menée dans le cadre du projet d'investissement d'avenir « Développer les compétences numériques service automobile ».

Les partenaires sociaux de la branche ont mandaté l'ANFA pour mettre en œuvre et décliner une politique de formation centrée sur le renouvellement de la population active et l'adaptation permanente des compétences des salariés. Le projet « Développer les Compétences Numériques des Services Automobiles », porté par l'ANFA, a pour objectif d'adapter la formation professionnelle des services de l'automobile aux contraintes et opportunités associées au développement des technologies numériques au sein de la branche. Ce projet est cofinancé dans le cadre d'un Projet d'Investissements d'Avenir (PIA) par le Commissariat Général à l'Investissement, l'ANFA et l'ensemble des membres du consortium formé autour de ces objectifs.

> Rappel du cahier des charges de l'étude

Cahier des charges de l'étude

L'objectif initial de cette étude était d'étudier l'**incorporation dans le travail d'outils numériques** prédictifs, hyper connectés, apprenants, permettant le contrôle ou le diagnostic à distance et parfois utilisant les principes de l'intelligence artificielle dans les ateliers. L'étude vise ainsi à spécifier **les usages de ces outils**, l'adéquation de ces outils avec les différents profils d'utilisateurs et les impacts sur les activités de l'atelier afin d'identifier les enjeux sous-jacents en termes de **compétences et de formation**.

L'étude a été conduite entre décembre 2018 et mars 2019. Elle a fait l'objet d'une présentation en comité de chantier le 29 mars 2019.

Mémoire technique : nos partis-pris méthodologiques

L'étude a été conduite en s'appuyant sur les principes et les méthodes de la **didactique professionnelle**. La didactique professionnelle est un ensemble de théories, de pratiques d'observation, d'analyse du travail et d'approches pédagogiques de l'ingénierie de formation visant à comprendre les questions que pose le développement des compétences professionnelles. La didactique professionnelle cherche à analyser les **processus et les conditions par lesquels des**

personnes apprennent et développent des compétences professionnelles, par le travail et par la formation (Pastré, 2011, Mayen, 1999, 2014).

Cette approche prend comme point de départ l'observation du **travail réel** : ici, aller dans les ateliers pour observer les gens utiliser les outils numériques et/ou conduire des diagnostics, afin de comprendre les situations dans lesquelles ils le font (tâche et cadres prescriptifs, ressources, problèmes à résoudre). L'analyse vise alors à identifier les **logiques d'actions, de prise d'information ou de régulation** permettant de mener le travail à bien, c'est-à-dire l'activité conduite par les professionnels pour réaliser leur travail.

L'analyse du travail en didactique professionnelle n'est pas une application de procédures et de méthodes qui reviendrait à appliquer un cadre sur un contexte. C'est un processus itératif dans lequel les faits observés, les échanges avec les partenaires, contribuent à mobiliser les cadres conceptuels et méthodologiques en même temps que les cadres conceptuels et méthodologiques tendent à orienter la direction des observations des faits et de la conduite des échanges, chacun des processus contrôlant l'autre. Dans ce sens, tout chantier est nouveau et laisse ouvertes les possibilités de découverte. Le présent chantier a été conduit dans cet esprit, ce qui a permis d'identifier des dimensions importantes à prendre en compte pour comprendre l'activité et en dégager des compétences à soutenir ou construire.

L'enjeu final de l'étude est de contribuer à l'identification **des compétences nécessaires demain** pour travailler avec des outils et des véhicules de plus en plus connectés et complexes.

Pour cela, nous sommes partis de l'observation du travail tel qu'il est réalisé aujourd'hui. L'attention était portée tant sur les modalités **d'organisation du travail** et de dévolution des tâches à l'échelon collectif que sur **les raisonnements, actions et interactions** menées par un opérateur à un échelon individuel. Ceci a conduit à s'intéresser à la fois à la distribution des tâches dans l'atelier, aux correspondances entre cette dévolution et les compétences des opérateurs.

Une fois ces activités identifiées et leurs principales dimensions caractérisées, nous nous appuyons sur une analyse des évolutions possibles des conditions et ressources de l'activité pour sérier leurs implications pour les compétences nécessaires demain.

> Le terrain

Nous avons enquêté dans **huit garages**, choisis sur la base d'une quinzaine de garages présélectionnés comme susceptibles de posséder des outils intéressants pour l'étude. Chacun de ces garages a été contacté téléphoniquement pour un rapide entretien de vérification du matériel présent et de première exploration des problématiques couvertes par l'étude.

L'échantillon a été construit pour représenter un **panel diversifié** de configurations de travail (réseau constructeur primaire et secondaire, réseau multi-marques) et d'outils présents dans les ateliers (Solutions constructeurs, Bosch, Actia, Clip,

Diagbox, Würth, Delphi, Hella Gutman, Snap On Sun, etc.) présentant **des degrés divers de connectivité**, d'intégration des solutions matérielles complètes (diagnostic / intervention / relation client - fournisseurs, etc) et de possibilités d'aides par des plateformes techniques.

Encadré : garages enquêtés, outils et organisation du travail¹

	type d'outil présent	utilisateur(s) privilégiés pendant le temps de l'observation	types de tâches observées	usage de l'OAD
agent Citroën	Diagbox PSA	un technicien dédié à la réception et aux diagnostics, usage occasionnel par 2 mécaniciens sur 4	Réception, diagnostic, suivi garantie, actualisation de valeurs ou logiciels dans la base de données du véhicule, recherche de données techniques	100 %
MRA sans enseigne	Bosch KTS, Delphi	un technicien dédié à la réception et aux diagnostics, usage occasionnel par un mécanicien	Diagnostic, actualisation de valeurs dans la base de données du véhicule	50 %
Agent Renault	CLIP, Würth, Actia multi- drag	un technicien dédié à la réception et aux diagnostics, usage occasionnel par tous les autres mécaniciens dont un régulier.	Réception, diagnostic, suivi garantie, actualisation de valeurs ou logiciels dans la base de données du véhicule, recherche de données techniques	85 %

¹ Les propriétés techniques de ces outils ont été décrites dans le rapport « état des lieux du garage connecté » de janvier 2019 et ne sont pas reprises ici ; seules leurs implications pour l'activité des opérateurs sont étudiées.

	type d'outil présent	utilisateur(s) privilégiés pendant le temps de l'observation	types de tâches observées	usage de l'OAD
Feu Vert	Outils Feu Vert sur base Actia	un technicien dédié à la réception et aux diagnostics, usage ponctuel (sur suggestion du chef atelier) par 2 mécaniciens sur 5	Diagnostic, actualisation de valeurs dans la base de données du véhicule	50 %
MRA Bosch Car Service	Bosch KTS, Hella Gutmann , Snap-on Sun	deux techniciens susceptibles de faire la réception et les diagnostics, dont 1 préférentiel. 1 autre mécanicien en usage occasionnel	Diagnostic, actualisation de valeurs dans la base de données du véhicule, recherche de données techniques	77 %
MRA Réseau Ad	Bosch KTS Autel	un technicien dédié à la réception et aux diagnostics, usage occasionnel par 1 mécanicien sur 3	Diagnostic, actualisation de valeurs dans la base de données du véhicule, recherche de données techniques	75 %
MRA Réseau Ad	Bosch KTS	un technicien dédié, sans exclusivité	Non observé : panne OAD	SO.
RRG	CLIP	plusieurs techniciens susceptibles de faire les réceptions et diagnostics, tous les mécaniciens en usage occasionnel	Réception, diagnostic, suivi garantie, actualisation de valeurs ou logiciels dans la base de données du véhicule, recherche de données techniques, programmation clefs	100 %

Dans tous les ateliers sélectionnés, l'observation a été centrée sur les douze opérateurs identifiés comme utilisant le plus les outils connectés², voire assumant des tâches pour lesquelles l'usage de ces outils est fondatrice. Ils ont fait l'objet d'une observation longue (jusqu'à une journée complète), complétée par des

² désignés dans ce rapport par « opérateur de diagnostic » ou « diagnostiqueurs », bien que leurs usages des OAD ne s'y limitent pas.

entretiens d'explications conduits au fil du travail et éventuellement complétés par un temps d'échange en fin d'observation.

D'autres opérateurs (# quatre-vingt) étaient aussi présents dans les ateliers. Leur activité a fait l'objet d'une observation plus distante, se limitant à repérer la tâche qu'ils étaient occupés à conduire afin de pouvoir contextualiser les usages d'outils connectés parmi l'ensemble des tâches de l'atelier. Par moment, leurs tâches pouvaient amener ces opérateurs à utiliser des outils connectés, ils faisaient alors l'objet d'une observation plus proche. Dans le tableau ci dessus, nous distinguons l'usage occasionnel (les tâches confiés aux opérateurs ne sont pas centrées sur l'usage d'OAD, mais peuvent les conduire à les utiliser assez fréquemment) et usage ponctuel (les tâches confiés aux opérateurs ne sont pas centrées sur l'usage d'OAD mais ils peuvent les utiliser de manière exceptionnelle)

Quand les opérateurs de diagnostic n'étaient pas chefs d'ateliers ou dirigeants de l'entreprise, ceux-ci ont aussi été interviewés. Ces interviews portaient sur les modalités et causes de la distribution du travail observées dans l'atelier, l'inscription du travail d'atelier dans les autres tâches assumées par l'établissement. Dans certains cas, ces entretiens ont permis de replacer ces questionnements dans une vision prospective des emplois et compétences prévisibles dans les années à venir.

L'analyse a permis de dégager quatre-vingt situations de travail. Celles-ci ont été caractérisées par l'objet du travail (type d'intervention), les conditions matérielles et prescriptives de réalisation de l'activité et les ressources utilisées par l'opérateur. Elle ne sont pas présentées en détail dans ce rapport, mais ont fait l'objet d'une

analyse systématique pour identifier les dimensions structurantes permettant d'éclairer les questions qu'il cherche à circonscrire. Certaines sont mentionnées en encart dans le corps du rapport.

Notons :

- la **systématisation de l'usage d'outils numériques** à la réception en atelier des véhicules dans les réseaux constructeur, en lien avec les clauses de prise en charge sous garantie³.
- **l'usage des outils numériques** non seulement pour des opérations de diagnostic ou de réception, mais plus généralement à de **nombreuses étapes d'une intervention** : vérification du travail effectué, reprogrammation de valeurs, effacement de codes défaut etc. La plupart de ces usages sont incontournables pour mener l'intervention à son terme et motivent plusieurs connexions du véhicule à l'outil,
- l'importance des téléchargements de soft dans ces réseaux, et leur quasi-absence dans les MRA ou chaîne de service automobiles observés,
- la corrélation entre taux d'usage des outils numériques et l'âge du parc automobile de la clientèle,
- la généralisation d'un modèle de répartition des tâches dans l'atelier qui privilégie l'usage des OAD par un ou quelques technicien (s) en particulier.

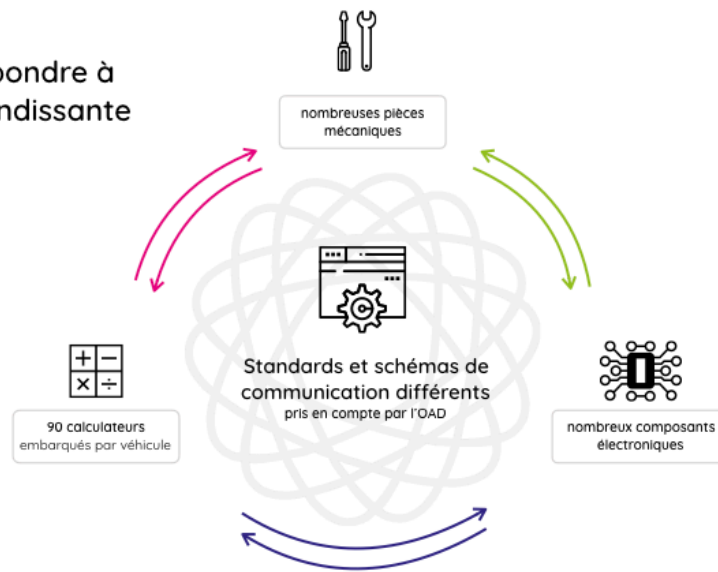
L'étude réparateur GIPA 2018 permet de situer ces observations monographiques dans une réalité statistique plus large. Elle confirme une légère sur-représentation des usages d'outils numériques dans l'échantillon, et valide la représentativité des

³ ou pour ceux dont les frais d'interventions sont réglés par un tiers, comme une assurance

outils étudiés ici comme correspondant globalement aux parts de marché actuelles. L'augmentation du nombre d'usage des outils numériques par intervention sur un véhicule reflète l'extension de leur usage au-delà de la réception et du diagnostic initial vers des tâches d'actualisation de la base de donnée véhicule (BDD), de vérification des diagnostics ou de recherche de données techniques.

Des OAD pour répondre à la complexité grandissante des véhicules

Complexité qui dépasse la capacité cognitive des humains



> Du travail à l'activité

Résultats

Le premier résultat de l'étude a été de confirmer que **l'usage d'outils numériques est incontournable** pour la plupart des tâches d'atelier, et le sera probablement pour toutes dans un futur proche. Il n'y aura bientôt plus d'intervention matérielle sans action numérique, à minima pour enregistrer l'historique des interventions réalisées sur les véhicules. Ceci touche même les interventions réalisées dans les établissements ayant choisi de se positionner sur les interventions mécaniques simples et courantes. Savoir utiliser ces outils va devenir incontournable. L'augmentation constante du taux de pénétration des outils numériques dans les différents réseaux (étude réparateur GIPA 2018) le reflète : hors pneumaticiens et MRA sans enseigne, la couverture approche les 100%.

Le résultat le plus important de l'étude est de montrer une très forte **différenciation des usages numériques**. Deux populations d'opérateurs se dégagent très nettement. D'un côté, une population constituée essentiellement de « diagnostiqueurs », souvent chefs d'ateliers ou techniciens spécialisés, qui utilise de manière experte un très large éventail de possibilités des outils. De l'autre côté, une très large majorité de « mécaniciens » qui n'utilise que marginalement les outils numériques, et le plus souvent en se cantonnant à des fonctions basiques (effacement de code défaut, « lecture de panne »).

Ce schéma général de dévolution des tâches dans l'atelier se retrouve, à des degrés divers, dans tous les établissements enquêtés. Vu la proportion croissante de véhicules connectés à une interface numérique à leur entrée dans l'atelier, tous les établissements de l'échantillon ont fait le choix d'un **opérateur dédié à la réception des véhicules** dans l'atelier et à la programmation des travaux à conduire. Cette position **structure leur travail autour des outils numériques**. Outre les diagnostics à l'entrée, cet opérateur devient l'opérateur privilégié pour toute tâche impliquant l'usage de l'interface numérique, particulièrement si celle-ci est perçue comme difficile par les autres opérateurs. Ces derniers vont réaliser des effacements de code défaut, des vérifications ou recherche de documentations simples, mais auront tendance à se décharger sur ces opérateurs des tâches plus complexes (reprise d'un diagnostic infirmé par l'observation ou l'intervention, reprogrammation d'un interfaçage etc.).

Cette dévolution des tâches est institutionnalisée de manière variable. À un extrême du spectre, on trouve les réseaux utilisant des outils demandant une identification nominative de l'opérateur pour valider telle ou telle opération (système de « token », par exemple au sein du réseau Renault) dans des contextes institutionnels de forte différenciation des missions et statuts. À l'autre extrême, les MRA (particulièrement le MRA sans enseigne) chez lesquels cette répartition reflète l'appétence autant que les compétences revendiquées par les opérateurs : certains cadres font le choix de ne pas imposer à des salariés se revendiquant « allergiques à l'informatique » un usage d'outil avec lequel ils ne se sentent pas à l'aise. Cette dévolution de tâche recouvre, pour pratiquement tous les établissements enquêtés,

une position de diagnostiqueur, chef d'atelier, avec des degrés de reconnaissance statutaire et salariale variables.

Plusieurs dirigeants d'établissements ou chefs d'ateliers ont souligné des **risques liés à ce mode d'organisation**. Le principal risque qu'ils identifient est celui de la dépendance collective aux compétences d'une personne en particulier : lorsque celui-ci est absent, le reste de l'équipe peut être à la peine. Certains soulignent aussi la nécessité de rendre toute l'équipe compétente pour faire face à un futur où toutes les interventions nécessiteront une intervention numérique. Mais soutenir le développement des compétences d'usage des outils numériques par les autres salariés n'est jamais présenté comme évident, en particulier pour la grande majorité des opérateurs qui n'ont pas développé de compétences informatiques propres par des activités personnelles extra-professionnelles. C'est à la fois difficile pour le chef d'atelier, qui doit faire le choix d'une baisse de productivité de court terme au nom du maintien de la productivité de long terme, et difficile pour les opérateurs, qui doivent accepter de réaliser des tâches qui risquent de montrer leurs difficultés à leurs collègues. Certains techniciens ou chefs d'ateliers nous ont dit prendre soin de montrer ou d'expliquer certains éléments à l'occasion de pannes intéressantes, mais nous n'avons pu l'observer qu'exceptionnellement. Nous avons aussi observés quelques regroupements spontanés de plusieurs salariés de statuts différents autour d'un « beau cas » dans pratiquement toutes les structures, sans que l'échantillon ne permette de tirer de conclusion sur les fréquences relatives de ces regroupements dans les différents réseaux. L'apparition de moments de discussion autour d'un cas qui résiste nous a semblé plus une affaire de personnes présentes dans l'atelier que de réseau.

En conséquence, et pour les ateliers que nous avons observé, nous faisons le constat d'une **très forte différenciation à la fois des tâches et des modes d'usage des ressources numériques**. L'organisation générale du travail (en lien avec les conventions collectives et les certifications) et la distribution concrète des tâches dans l'atelier participent à une très nette séparation des deux modes d'usage, qui renforce, recouvre ou génère **une très nette différenciation des compétences associées**.

Interroger l'adéquation des profils d'utilisateurs aux modes d'utilisation, et plus largement, répondre aux questions du cahier des charges, impose donc de différencier l'analyse pour ces deux types de profils :

- un profil d'utilisation experte par des utilisateurs experts, ayant fait l'objet d'une observation proche et systématique. Ce sont des techniciens qui sont aussi le plus souvent chefs d'ateliers. Ils assurent l'entrée des véhicules dans l'atelier, participent à la distribution du travail et assurent les diagnostics non-évidents,
- un profil d'utilisation basique, qui peut être le fait des techniciens experts comme d'autres mécaniciens de l'atelier.

Utilisation basique

90% des utilisations observées en atelier correspondent à un usage basique des systèmes d'aide au diagnostic. Ces usages correspondent globalement à **des gestions de pannes simples, pour lesquelles les capteurs (ou calculateurs) de fonctionnement produisent un diagnostic permettant d'engager et/ou**

FOCUS

Établissement : Agent Citroën

Situation : entrée d'une DS3 pour affichage d'un défaut dépollution sur tableau de bord

Acteur : chef d'atelier

Activité :

Le technicien lit la Fiche Incident Client (FIC)

« OK, je branche la diagbox ... mais c'est comme pour la précédente, on a des problèmes de pompe usée sur ces modèles, donc ça doit être ça. Mais il faut que je le fasse avant de commander la pièce pour maintenir la prise en charge par la garantie constructeur. Sinon on n'est pas payé. Là, c'est bien balisé comme panne, pas de souci. De toute façon, sur ce genre de choses, on ne sort presque jamais du protocole. » OK. Code P20E8, le réservoir est plein donc c'est bien la pompe. Je fais la TSB et on lance la demande de prise en charge. »

3 minutes plus tard, la demande est validée et la secrétaire lance la commande de pièce. Elle précise le code d'imputation de la garantie sur la fiche de suivi comptable.

d'encadrer le travail (planification atelier, commande de pièce) en outillant efficacement ses étapes.

Trois types de situations ont été identifiées :

1. à **l'entrée du véhicule dans l'atelier**, le plus souvent **pour confirmer ou affiner un diagnostic établi en amont**, à la réception du véhicule. L'interface numérique est connectée au véhicule, et permet une lecture des codes défaut du véhicule ;

2. **pendant ou après l'intervention** physique sur le véhicule, afin de réinitialiser les valeurs de référence, d'intégrer un nouvel équipement connecté ou d'effacer les codes défauts présents avant l'intervention ou générés par celle-ci ; dans les réseaux constructeurs, télécharger et mettre à jour les softwares embarqués est une activité courante.
3. **pour le suivi des interventions** et du dossier de prise en charge dans le cadre de **garanties**. Cet usage est systématique dans les réseaux constructeurs, entre autres afin d'encadrer le calcul des temps de travail et leur imputation comptable.

Les mots de l'atelier

Les opérateurs observés parlent alors de « lecture de panne », « lecture de code défaut », « réinitialisation », « remise à zéro », « effacement des codes défaut », « mise à jour ».

Comme souligné par l'étude préalable, les outils sont alors dans un **fonctionnement « silencieux »** : les opérateurs n'en expérimentent **qu'un résultat détaché du système technique qui l'a élaboré**.

FOCUS

Établissement : MRA Bosch Car Service

Situation : Contrôle et actualisation BDD véhicule

Acteur : mécanicien sous supervision technicien

Activité :

« Mécanicien : *J'ai changé les plaquettes, il faut que je passe la valise.*

Technicien : *Vas-y, c'est bon je ne m'en sers pas.*

Mécanicien : *alors, je connecte... ah, problème de connexion, il faut rebrancher... là... c'est bon. Alors, remplacement plaquettes c'est là, toc toc je confirme, ensuite je reviens là ... « effacement code défaut » « tout effacer » OK. Je déconnecte et je rebranche pour vérifier. OK, il n'y a rien qui ressort, c'est bon. Hop, je valide la fiche de travaux et c'est parti. »*

Notons que ceci est aussi valable pour une opération renvoyant pourtant en apparence à un élément nouveau et potentiellement disruptif du travail d'atelier : les éléments de véhicule réclamant un « apprentissage ». Sont désignés ainsi les éléments incorporant du code et devant être programmés en correspondance avec le système embarqué sur lequel ils sont greffés. Dans l'usage actuel des ateliers observés, il s'agit majoritairement des clefs de contact⁴. Celles-ci incorporent des systèmes de sécurisation qui réclament un dialogue machine-machine pour s'adapter à la voiture. Mais, hors des difficultés techniques liées à la sécurisation ou au verrouillage des systèmes voulus par les constructeurs, cette incorporation

⁴ ou dans une moindre mesure des remplacements de calculateurs. Mais de nombreux autres éléments des véhicules sont ou seront concernés à court ou moyen terme, y compris en carrosserie (ADAS)

désignée par le terme « d'apprentissage » relève plus de processus de type « plug & play », dans laquelle le dialogue machine-machine s'établit sans intervention réelle d'un opérateur. Il n'y a donc pas à proprement parler de difficultés cognitives liées à l'opération technique d'incorporation du code, mais des difficultés d'accès aux codes de reprogrammation des clefs, renvoyant alors à des stratégies de mobilisation de réseaux, formels ou non, pour accéder aux codes et les fournir aux outils numériques pour qu'ils permettent le dialogue clef-véhicule.

Focus

Établissement : MRA

Situation : reprogrammation d'une clef

Acteur : technicien chef d'atelier

Verbatim :

« Sur les nouvelles Peugeot, c'est une clef intelligente. En fait, ça veut dire qu'elle est programmée pour reconnaître la voiture. Ils appellent ça apprentissage, mais il suffit de rentrer le code du véhicule et le reste se fait tout seul. On utilise le KTS, ça marche bien pour ça. Le plus dur est d'avoir le code de la clef. Comme on le fait que trois fois par an, on demande à un ami en concession. On essaye de pas abuser, et puis on leur rend service aussi de temps en temps. Après, techniquement c'est assez simple si tu sais où c'est dans le KTS. Et si ça ne marche pas au premier coup, ça marche au deuxième. »

Fonctions utilisées

Pour ces usages, les opérateurs n'utilisent qu'une **faible partie du potentiel d'usage des outils**. En d'autres termes, ils n'utilisent que quelques fonctions habituelles parmi celles proposées par les interfaces : **parcours séquentiel** de sélection du véhicule plus ou moins pris en charge par la machine, sélection du mode diagnostic (le plus souvent global, sans rentrer dans le détail des calculateurs), éventuellement pré-sélection d'un type de fonctions du véhicule dont on souhaite l'affichage des résultats du diagnostic machine.

La navigation au sein de l'outil ne vise ici qu'à aller chercher des fonctions simples, dont l'emplacement est la plupart du temps connu. Cette navigation est considérablement facilitée dans les quelques outils ayant fait l'objet d'une optimisation ergonomique, et peut être un peu problématique pour les autres.

Selon les outils, l'affichage du résultat du diagnostic machine demeure un code défaut brut dont il faut chercher la signification dans une autre ressource, ou il peut être « pré-interprétée » : étiquetage en français, éventuellement lié à un code couleur signalant les valeurs hors des bornes attendues.

Dans les solutions observées, on note **un décalage entre l'expérience utilisateur proposée et l'usage des opérateurs**. La séquence des actions proposées ou suggérées dans l'interface utilisateur est toujours **linéaire et peu hiérarchisée**. Il s'agit avant tout de lancer un diagnostic, d'en générer le rapport, d'en visualiser les résultats en liste ou en détail avant d'effectuer une action parfois plus complexe. Si

ce type de séquence est cohérent avec les étapes logiques d'une recherche de panne, il ne permet pas d'accompagner ou de répondre à **la pluralité des usages**, des raisonnements et des itérations observés. En d'autres termes, l'intelligence des outils ne se situe pas dans l'apprentissage des pratiques des utilisateurs, et l'éventualité d'une panne non traitée par le biais de l'outil ou de la séquence standard proposée n'est pas explorée ou est renvoyée à une interaction avec le support technique.

Si l'outil entre en interaction avec le véhicule léger, **il n'entre pas en interaction avec l'opérateur**. Dans la plupart des outils observés, aucun parcours utilisateur alternatif ou complexe n'est proposé, pas plus qu'un parcours « rapide » (pour les tâches simples et/ ou récurrentes).

Par ailleurs, aucun outil observé ne tire vraiment parti de technologies centrées sur l'utilisateur : le mode d'affichage est souvent unique, les commandes vocales inexistantes, **la personnalisation de l'outil est presque toujours⁵ limitée au garage et non à l'utilisateur**, et aucun métrique ne permet à l'opérateur d'analyser l'efficacité de l'outil de diagnostic.

L'outil pourrait alors **contenir des ressources créées par l'utilisateur et non uniquement constituer une passerelle** vers des ressources externes. Aucun des outils observés ne contient aujourd'hui de contenu généré par l'utilisateur ou

⁵ parmi les outils observés, l'interface globale du CLIP Renault est une exception. Il combine interface avec le véhicule et une accès personnel à divers types de documents techniques, de documents de formation, d'interactions avec la plate forme ou des experts de plus haut niveau. Cet écosystème de support est nominatif et personnalisé. De même, l'accès aux téléchargements de logiciel et leur installation sur les véhicules sont signés par une clef privée nominative.

l'opérateur. Si des données sont probablement collectées par le fabricant de l'outil, il n'existe pas, pour l'utilisateur, la possibilité de visualiser, de vérifier, d'influer ou de modifier un arbre de panne sur un véhicule donné, ni même de transmettre, par le biais d'un serveur centralisé, à ses pairs dans son établissement ou en externe, une information sur un véhicule qui ne soit pas reproductible par l'utilisation prévue de l'outil. Durant l'observation, nous avons pu constater que, dans plusieurs cas, une fois l'outil utilisé de façon standard, c'est-à-dire avec la séquence initiale de recherche de panne, si celle-ci était infructueuse, l'outil était simplement écarté et aucune solution ne proposait de signaler ou d'historiser un diagnostic infructueux.

Raisonnement et logique d'action

Sur un plan plus professionnel et cognitif, **l'interprétation des résultats** de la recherche de panne est ici assez **simple et directe** : ces cas correspondent à ceux où codes défauts et analyse spontanée (interprétation par l'opérateur de la perception client et des premières observations) sont cohérents et suggèrent à la fois un diagnostic crédible et des pistes d'action réparatrice. L'analyse machine vient ici plus souvent soutenir et affiner un diagnostic pré-établi que le construire « de novo ».

Logiquement, les contacts avec les plateformes techniques est limité. Il ne concerne pas l'interprétation des symptômes pour élaborer un diagnostic, mais concerne essentiellement le suivi des dossiers de garantie (usage important pour les réseaux constructeurs, très modéré en dehors) ou plus généralement de prise en charge par un tiers (assurances). Ce suivi peut être appuyé sur une très forte prescription des interventions par des procédures précises, particulièrement au sein des réseaux

constructeurs, dont le respect est sanctionné par la prise en charge des frais ou son refus. Ici, l'outil d'aide au diagnostic remplit une fonction affirmée et efficace de contrôle de l'opérateur.

L'intégration du compte rendu de réception (symptômes clients), des commandes de pièces et du suivi comptable (facturation) est très variable selon les réseaux et les outils, mais ne s'affranchit qu'exceptionnellement du papier, ne serait-ce que pour des exigences comptables.

Pratiquement tous les opérateurs présents dans les ateliers sont susceptibles d'utiliser les outils numériques dans ce mode basique : les techniciens experts en charge des diagnostics (pour lesquels ils s'agit d'une utilisation routinière facile), mais aussi les « mécaniciens » n'ayant pas en charge d'établir des diagnostics et d'organiser l'intervention sur le véhicule. Pour ces derniers, l'usage des outils connectés ne constitue pas l'essentiel de leur activité. Le cœur de l'activité est constituée par l'intervention physique sur le véhicule. L'usage des outils connectés est alors limité, et reste à la périphérie de l'activité. S'agissant de situations d'usage d'outils numériques réputées simples, les difficultés rencontrées par ces opérateurs concernent essentiellement la connexion machine-véhicule et la navigation au sein de l'interface. Face à ces difficultés, les opérateurs trouvent souvent **une aide pertinente auprès de leurs collègues** les plus physiquement proches (diagnostiqueurs et chefs d'ateliers qui maîtrisent tous ces fonctions basiques, voire d'autres mécaniciens). Les observations et interviews avec les chefs d'ateliers montrent que les difficultés rencontrées ici par les opérateurs renvoient en fait à leur

niveau d'aisance générale avec l'informatique du quotidien (smartphone, internet, etc.).

Il nous faut néanmoins souligner une **très forte ségrégation des usages dans l'atelier. Si les techniciens experts peuvent se retrouver dans ces configurations simples, la quasi totalité des opérateurs que nous avons observé n'en sortira jamais : si une configuration apparaît comme problématique, elle ne leur sera pas dévolue mais sera le plus souvent ré-attribuée à un diagnostiqueur. Le mode d'organisation des ateliers favorise donc deux formes très différentes d'expériences d'usage des outils.**

Qu'en retenir ?

Ces situations simples sont des cas de **succès technique des outils numériques**. Elles correspondent aux usages et fonctions qui seront implémentées par l'hyperconnectivité et l'évolution vers des modèles prédictifs. **Les outils y permettent l'organisation et le pilotage de l'activité, voire y assurent une fonction de prescription et contrôle.** Capteurs et algorithmes y fonctionnent silencieusement pour l'opérateur, au risque d'escamoter l'intelligence de l'action.

Ces opérateurs ne rencontrent pas⁶ ou peu⁷ de **difficultés**, qui restent **modérées** et liées à la nature informatique des outils : ergonomie, connexion, incompatibilité entre systèmes, spécificités - marque, obsolescence etc. Ils connaissent alors des solutions simples (« relancer »), peuvent solliciter une aide de proximité dans

⁶ pour les diagnostiqueurs

⁷ pour la grande majorité des autres

l'atelier, voire se décharger totalement de la tâche sur d'autres. Quelques difficultés d'interprétation des sorties peuvent demeurer, mais assez peu et elles se résolvent la plupart du temps sur le mode de l'élimination assez évidente du « manifestement non pertinent ». **La mutation du travail est déjà bien engagée**, et l'évolution de la nature des algorithmes ne changera probablement pas les enjeux cognitifs de ces tâches⁸, donc leurs implications pour la formation.

L'observation de la distribution des tâches dans les ateliers montre que **l'immense majorité des opérateurs n'est confrontée qu'à ce mode d'utilisation**. Durant nos observations, seuls des opérateurs explicitement en charge de diagnostics se sont retrouvés à devoir dépasser ce stade d'utilisation pour explorer les fonctions expertes.

Mode expert

Quand la « lecture de panne » ne correspond pas avec les symptômes clients ou l'analyse spontanée du réparateur, ou plus simplement quand l'intervention prescrite par un premier diagnostic n'a pas permis de résoudre le dysfonctionnement observé, un tout autre type de démarche est mise en place par l'observateur : **une démarche d'enquête**, au sens fort du terme⁹. À défaut d'être la majorité des cas, ils peuvent représenter **une part importante du temps de travail**

⁸ notons cependant que l'auto-diagnostic par le véhicule entraîne une nouveauté dans les relations clients : le client peut se retrouver avec l'injonction au tableau de bord d'amener son véhicule au garage alors qu'il ne perçoit pas de dégradation de son expérience utilisateur.

⁹ Dans l'esprit des travaux de Dewey 1916, une démarche d'enquête peut être caractérisée comme la mobilisation par un opérateur de tout un ensemble de règles et d'actions d'exploration du réel permettant de l'interpréter pour y déterminer une situation claire afin d'y agir.

des opérateurs de diagnostic et avoir un impact significatif sur la **rentabilité** économique (en termes de marge nette) des ateliers.

Qui ?

Lors des observations de terrain, ces tâches n'ont été observées qu'auprès de **techniciens experts ou des chefs d'atelier**. Si tous les opérateurs présents dans l'atelier sont susceptibles de réaliser des opérations basiques avec les outils numériques, seuls les techniciens experts pouvaient être confrontés à des usages plus compliqués sur des tâches plus complexes. Pour les ateliers observés, la ségrégation en deux populations est tranchée.

Notons aussi une sur-représentation dans l'échantillon de personnes ayant une forte habitude des usages modernes de l'informatique¹⁰ et/ou ayant une pratique personnelle ou amateur de la mécanique¹¹. Ils ont aussi témoigné d'un effort de formation au cours de leurs carrières qui nous semble plus soutenu que la moyenne.

Qu'est ce qui change par rapport au mode basique ?

Face à une **divergence entre l'interprétation diagnostic proposée par la machine (code défaut)** et les **autres observations et interprétations** (symptômes clients et observations directe par les professionnels), on observe une **véritable démarche**

¹⁰ « gamer » par exemple

¹¹ rallye, véhicules de collection etc.

d'enquête, portée par l'opérateur et faisant appel à des **compétences de haut niveau**.

Pour ces opérateurs, la maîtrise de l'outil n'est pas un problème. Tous les experts observés naviguent avec vitesse et fluidité dans les menus, même dans des outils à l'ergonomie perfectible ou n'ayant manifestement pas fait l'objet d'une conception de l'interface orientée vers les utilisateurs. Ils peuvent décider de changer d'outil pour certaines fonctions, selon la connaissance qu'ils ont des particularités de chacun d'eux. Ils connaissent les logiques des instruments, et leurs biais.

Face à des diagnostics qui résistent, certains réseaux et outils proposent ou prescrivent **des protocoles de diagnostic avancé**, imposant souvent un **dialogue avec la plateforme technique** (dits « niveau 2 & 3 » dans la plupart des systèmes d'outils). La remise en perspective par **l'observation directe** peut ainsi être suggérée, ou non, par l'outil numérique ou le dialogue avec la plateforme. La **fonction de contrôle** apparaît très nettement pour les véhicules sous garantie. Le temps de diagnostic autonome avant reprise en main par la plateforme est strictement prescrit et contrôlé. Dès qu'il est dépassé, l'opérateur s'engage dans un processus itératif d'allers et retours d'observations, d'interprétations et de directives d'intervention. Celui-ci a lieu pratiquement exclusivement par écrit, la plupart des plateformes se réservant la possibilité d'appeler le technicien sans que celui-ci puisse prendre l'initiative de l'appel.

Les explorations du véhicule s'appuient alors, soit sur des **fonctions avancées proposées par l'outil** (valeurs brutes de certains capteurs, possibilité d'actionner

certaines dispositifs individuellement et d'écouter leur fonctionnement), soit sur des **demandes d'observation ou de mesure directes** venant compléter les observations faites par les capteurs : manomètre de mesure de pression de gazole au niveau des injecteurs, contrôle d'alimentation ou de continuité électrique au multimètre, vérification des branchements etc.

Mais l'observation directe par l'opérateur d'organes ou de symptômes non prévus dans la procédure suggérée par l'outil numérique ou la plateforme est très fréquente. **Quand l'outil numérique patauge, les compétences de diagnostic propres à l'opérateur redeviennent cruciales.**

L'observation montre que les opérateurs se réaménagent alors des espaces de liberté, même si ces espaces restent marginaux dans les processus les plus prescriptifs (réseaux constructeurs et véhicules sous garantie). **L'organisation réelle de l'activité est un compromis entre le guidage prévu par l'outil ou le constructeur d'une part, et la démarche propre et l'expérience du diagnostiqueur d'autre part.** C'est in-fine le diagnostiqueur face au véhicule qui est garant de l'avancement du processus ; de nombreuses stratégies combinant respect du formalisme et des procédures prévues et explorations autonomes de pistes d'explications ont été observées. Leur justification est presque toujours l'efficacité.

Les opérateurs s'appuient alors sur des **patterns personnels**, construits sur une **représentation fonctionnelle du véhicule** (connaissance fine des fonctions et organes d'un véhicule et des particularités du modèle) **et de ses dysfonctionnements** (« arbre des pannes »), mais aussi sur une connaissance fine

Focus

Situation : Réception d'une Golf avec une difficulté à démarrer qui «ressemble bien à un problème d'alimentation »

Acteur : technicien chef d'atelier

Activité :

« bon, on a un contact qui a un peu fondu là, donc c'est une piste. Je vais brancher la tablette mais elle risque d'avoir du mal à dialoguer... OK, donc elle a rempli certain champs, mais pas tout. C'est une golf 2016 blue motion TDI... je valide. Donc là je pourrais choisir les calculateurs à explorer, mais on va faire une recherche globale et voir ce qui remonte. Ah, il a réussi à accéder... c'est surprenant. Ça c'est des codes sur les bougies de préchauffage, on s'en fiche, il y en a toujours même quand ça marche. Mais A112 et A116... je clique pour rentrer dans le calculateur... « défaut sporadique » ah, « aucune info sur votre requête » là je peux pas avoir l'historique moteur. Dommage, pourtant il y a tout. On va enregistrer les défaut et les effacer. Et on relance l'analyse pour voir l'actuel. Il ne trouve plus rien. Ah. Et bien on va vérifier les fusibles et sortir le multimètre. C'est sûrement un problème de tension d'alimentation, mais on va le faire à l'ancienne, multimètre et schémas électriques »

Après quelques tests, il retourne à sa station de travail pour chercher les schémas électriques via son KTS : « colonne de gauche, onglet manuels... » puis passe un long moment à naviguer dans des schémas cliquables « EGM 0,35... GW/RA... » « c'est bête, il n'y a pas les tensions aux bornes »...

Après une douzaine de tests de continuité, il repère un contact oxydé avec des traces de chauffe. Remplacement de la pièce, réinitialisation du système, validation de l'intervention, facturation.

FOCUS

Établissement : RRG

Situation : Clio dci 2014 avec affichage d'un défaut d'embrayage au tableau de bord

Acteur : technicien
Activité :

Le technicien appelle plusieurs personnes pour pousser la voiture jusqu'au poste de travail. Il branche le CLIP et lance un diagnostic global. Plusieurs codes d'erreur apparaissent, dont aucun ne lui semble pertinent. L'embrayage est donné pour 54% d'usure, donc encore dans les spécifications constructeur, mais avec un code défaut suggérant un blocage. Le cotech soulève le véhicule, observe l'embrayage, repère de l'huile sur la boîte de vitesse : *« là, c'est étrange, on dirait que ça a bavé partout. Il y a de l'huile sur tout le bas de caisse. Ça vient peut-être de la boîte, pas de l'embrayage. »*

Il ouvre le bouchon de vidange et récupère un serflex sur son établi, puis le trempe dans l'huile : *« ah, et bien on tient une piste, il doit y avoir moins d'un litre d'huile au lieu de 3... on va vidanger parce qu'elle n'est vraiment pas belle ».*

La vidange montre 3/4L d'une huile émulsionnée qui ne se décante pas du tout en 2h. L'interprétation finale s'oriente vers l'ajout d'un additif dans la boîte de vitesse par le courtier venant de vendre le véhicule au client pour éliminer un petit bruit de boîte lié à une fuite. L'émulsion n'assurant plus une lubrification suffisante, le problème de boîte est devenu visible par l'électronique embarquée au niveau de l'embrayage, mieux pourvu en capteur que la boîte elle-même.

Techniciens et chef d'atelier se félicitent d'avoir conditionné le devis à une première observation du véhicule dans leurs locaux.

des possibilités et **biais des dispositifs d'aide au diagnostic**. En particulier, les opérateurs vont alors faire appel à des prises d'information en dehors de la vision numérique des capteurs de fonctionnement, et souvent en dehors des suggestions

de la machine, ce qui revient à faire revenir l'observation directe et « l'intuition professionnelle¹² » dans le diagnostic. Le succès passe alors la plupart du temps par un **renversement de point de vue interprétatif**. On retrouve ici des compétences de diagnostic générales, dans lesquelles les outils numériques deviennent des outils d'aide au diagnostic parmi d'autres.

En résumé : qu'est ce qui caractérise l'activité de ces experts ?

3 manières d'envisager les propriétés des véhicules cohabitent ici :

- la première envisage le véhicule en entrant par les symptômes clients ; c'est une logique utilisateur,
- une deuxième est celle d'une approche classiquement professionnelle, avec une entrée par les fonctions techniques de l'objet qui relève de la logique métier,
- l'originalité des outils numériques observés est d'ajouter une troisième lecture dans une logique machine, matérialisée par les codes défaut et leur interprétation automatisée.

Il s'agit finalement **de trois modes d'observation différents du système technique véhicule** : l'expérience directe d'un professionnel, l'expérience médiée par le client et celle médiée par la machine. La médiation nécessaire pour accéder à certains

¹² entendue ici comme une forme aboutie d'expérience professionnelle

FOCUS

Établissement : MRA Bosch Car Service

Situation : Mauvaise répartition du chauffage dans l'habitacle d'une Scenic

Acteur : technicien

Verbatim :

« Le client nous a amené sa voiture parce que Madame avait toujours froid à droite, ça chauffait pas alors que tu dois pouvoir programmer la température de chaque côté. Dans ce genre de cas, tout nous pousse à penser à un problème de régulation électronique. On teste, on trouve rien au niveau capteur, ça nous dit de faire la mise à jour des logiciels, on fait mais ça ne change rien. La solution standard, c'est de changer le panneau de contrôle avec le calculateur. Comme ça coute 800€ et qu'on était pas sûr que le client ait très envie de payer si c'est pas ça, je suis allé en emprunter un sur une voiture du parc. Coup de bol, on avait la même. Et bien c'était pas ça non plus. J'étais content d'avoir essayé. On en parle à table, à midi, et XX (mécanicien plus âgé) me dit : « autrefois, quand on avait un problème de chauffage, c'était que le radiateur était bouché, tu as regardé ? ». On rentre à l'atelier, on démonte, et toute la moitié droite du radiateur était bouché. Tout ça pour ça. Et vérifier le radiateur n'était pas prévu dans la procédure, et il n'y a pas de capteurs de ce côté là ... »

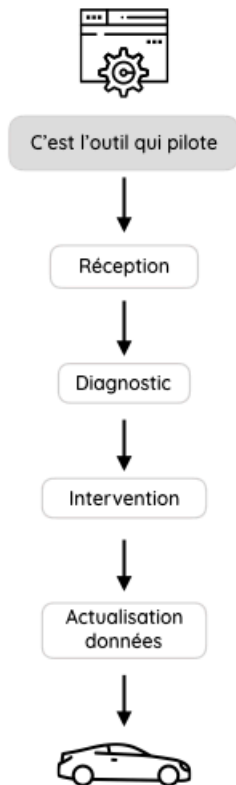
phénomènes (internes, dynamique, historique) rend cette dernière incontournable, mais elle n'épuise pas plus que les autres l'éventail des explications possibles. Réussir une enquête implique de la mener en confrontant ces points de vue et ces interprétations différentes pour les dépasser. Les opérateurs mobilisent pour cela une multitude d'outils le plus souvent numériques (base de données, forums/ messagerie, documents de formation, etc.) mais pas uniquement (revue technique...) : tous les opérateurs observés ont souligné l'importance d'interactions

verbales directes, avec des pairs ou des experts¹³. Dans ces logiques d'actions, les tablettes et valisettes d'aide au diagnostic deviennent des contributions à un environnement d'étayage de l'action, parmi d'autres contributions.

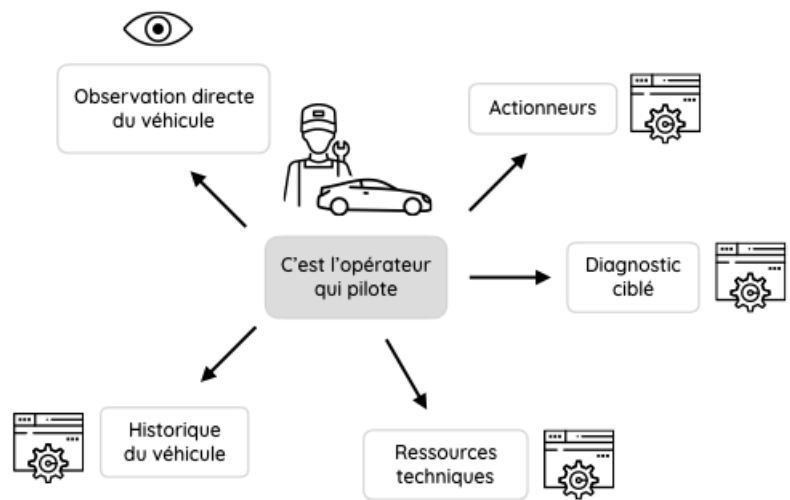
Aller au bout d'un diagnostic revient alors à naviguer entre les différents modes d'accès aux observations et de qualification des dysfonctionnements, et à s'appuyer sur une multitude de ressources, en partie numériques, pour le faire. Connaître et pondérer les biais des différents modes d'accès aux phénomènes devient une condition de réussite. La compréhension des biais participe à la remise en perspective des observations sur la base de la connaissance par l'opérateur des fonctionnements réels des systèmes techniques (celui du véhicule comme celui de l'outil d'aide au diagnostic), et permet d'énoncer puis d'explorer méthodiquement des hypothèses sur les implications fonctionnelles, à rebours, des symptômes observés. **Au cours des observations, la plupart des diagnostics qui résistaient aux opérateurs a été résolue en identifiant ce à quoi les outils de diagnostics n'avaient pas accès pour aller chercher dans ces biais les autres explications possibles, et ainsi mener à bien le diagnostic et l'intervention.**

¹³ quand les plateformes techniques le permettent, c'est l'une de leurs fonctions les plus appréciées.

Mode basique



Mode expert



> De l'activité aux compétences : quels enjeux de formation ?

Risques sur l'activité

L'analyse de l'activité des opérateurs montre plusieurs risques pour le développement ou l'entretien des compétences des opérateurs liés à la prééminence croissante des outils de diagnostic dans les ateliers. Il est nécessaire de prendre ces risques en compte pour la conception de ressources formatives.

Risque sur le potentiel d'apprentissage de l'organisation du travail

Le premier risque est le **renforcement d'une ségrégation** entre ceux dont le coeur de l'activité est de conduire des diagnostics, y compris des diagnostics qui résistent, et ceux dont ce n'est pas l'activité.

Or la capacité à mobiliser des réseaux informels externes et l'entraide au sein des ateliers sont souvent citée comme facteur majeur de résistance des petites structures ces 10 dernières années. Une certaine souplesse de l'organisation du travail au sein de l'atelier permettant de discuter avec un collègue aux compétences légèrement différentes face à un problème qui résiste est un vecteur connu de consolidation ou de circulation des connaissances. Quand l'organisation du travail devient plus rigide car un outil impose ses propres exigences (compétence pour l'utiliser, prescription de procédure à suivre), une telle souplesse devient plus ardue à maintenir. Il existe un risque de privatisation des cas les plus compliqués et formatifs, par les salariés qui sont déjà les plus compétents.

Dans les ateliers que nous avons observés, les mécaniciens « ordinaires » ne sont pratiquement jamais confrontés à des usages sortant des cas pour lesquels l'outil numérique est facilement efficace. Cantonnés aux tâches simples pour lesquelles

ces outils sont immédiatement efficaces, ils n'ont pas l'occasion d'en explorer les possibilités, limites et biais. C'est une porte sur le développement que l'organisation habituelle du travail laisse fermée.

Or les mécaniciens constituent le vivier de recrutement des futurs techniciens experts. L'efficacité silencieuse des outils numériques renforce les effets de la division du travail inscrite au coeur des conventions collectives, des grilles de rémunération et des habitudes d'organisation du travail dans les ateliers. Elle peut compliquer la montée en compétences des « mécaniciens » vers des activités et postes de techniciens.

Risque sur les représentations pragmatiques des opérateurs

Le deuxième risque est le **renforcement d'une disjonction entre l'objet matériel et son reflet numérique.**

En effet, les observations montrent la cohabitation dans l'activité de deux objets de travail pratiquement distincts. D'un côté, le véhicule en tant qu'objet de travail matériel, qui produit une transformation matérielle (se déplacer), est constitué d'organes solides (un bloc moteur par exemple) et a des propriétés accessibles à l'expérience directe (p.e. de l'huile sur le carter moteur). De l'autre côté, son reflet numérique, représentation virtuelle construite à partir de capteurs destinés à en réguler le fonctionnement. L'image numérique ne correspond pas exactement à la réalité matérielle : certains phénomènes ne sont accessibles qu'à l'observation directe, d'autres à l'inverse ne le sont que par l'intermédiaire de l'interface numérique. Et la plupart des phénomènes sont accessibles, pour des aspects

différents, par les deux voies. Il y a donc deux formes d'expériences d'un unique objet de travail qui peuvent, ou non, converger.

Les modes d'usage des outils comme leurs propriétés (fonctionnement silencieux) renforce un risque déjà présent de disjonction cognitive entre l'objet réel et l'objet numérique virtuel. Par exemple, l'observation a montré que certains opérateurs¹⁴ pouvaient avoir une connaissance technique des propriétés d'une vanne EGR telle que données par l'interface numérique, être capables d'interpréter correctement ces valeurs, et être très difficilement capables d'identifier et de localiser la pièce matérielle dans le moteur réel.

Or nous avons aussi vu que les compétences critiques pour résoudre des diagnostics difficiles¹⁵ sont à chercher du côté de la capacité des opérateurs à faire intervenir l'observation directe et/ou à prendre en compte des biais d'exploration des systèmes numériques, ce qui revient précisément à interroger les liens entre le véhicule réel, matériel, et son reflet numérique.

Maintenir ce lien est un enjeu de formation, y compris continue.

Et demain, les ateliers, les outils ?

Contrairement à certains parti-pris de départ de cette étude, nous n'avons pas vu d'intelligence artificielle. Ou plutôt, nous avons peut-être vu des systèmes

¹⁴ en l'occurrence, de jeunes salariés sur des postes de mécaniciens.

¹⁵ diagnostics qui peuvent jouer sur les marges commerciales des ateliers, en étant très couteux en temps de travail (tant en termes de diagnostic que, dans le pire des cas, en termes d'interventions inutiles voir nuisibles sur le véhicule).

techniques appuyés sur des technologies incluant de l'IA, mais celle-ci n'apparaît pas depuis la position d'utilisateur-réparateur que nous avons prise.

Aujourd'hui, aucune interface utilisateur ne s'appuie sur une IA interactionnelle. Dans le meilleur des cas, les interfaces sont tactiles, leurs chartes graphiques datées et leur ergonomie obsolète. L'introduction d'IA interactionnelle au niveau des interfaces pourraient changer la relation et l'usage de ces outils, mais aucune information ne vient actuellement corroborer ce scénario. L'utilisation de grands corpus de données par des IA demeure pour l'instant une activité de back-office des outils numériques, qui n'apparaît pas aux yeux des utilisateurs.

Bien plus, et de manière symptomatique, aucune des personnes interviewées n'était capable de nous dire si l'outil qu'il était en train d'utiliser incluait une analyse algorithmique issue ou non d'une IA. De même, et cela nous a surpris, la grande majorité des opérateurs ne pouvait pas dire si l'outil qu'il utilisait était connecté pour les tâches en cours d'exécution¹⁶. L'hypothèse de transparence de l'outil avancée par Taillardat et Felten lors du panorama des outils réalisés cet automne nous semble donc tout à fait valide. Et il est probable que cela ne change pas, si l'intégration ergonomique est bien faite dans les prochains outils et si la politique de communication des fabricants de solutions numériques ne change pas. Les outils actuels sont conçus pour ne pas laisser apparaître leurs modalités de construction et de fonctionnement, maintenant les opérateurs en dehors du processus. Un vrai pari sur la compétences des garages serait au contraire de communiquer sur la façon dont les données sont traitées. Par exemple ici, et à minima les opérateurs

¹⁶ à l'exclusion, bien sûr, des téléchargements de softs

devraient savoir si le traitement de données véhicules ou leur consolidation est réalisé avec des échanges en ligne.

Si les opérateurs ne comprennent pas le mode de construction des sorties proposées par la machine, cet effet « boîte noire » risque de dériver vers une perception d'un outil « magique », capable de faire des liens et de proposer des diagnostics de manière opaque. Ceci en particulier si apparaissent des OAD aux logiques issues du deep learning non supervisé¹⁷ appliqué à des corpus massifs de données, car ces types de traitements peuvent s'éloigner des logiques de la rationalité humaine en faisant apparaître des corrélations contre-intuitives. Ce n'est pas une évolution favorable au développement des compétences humaines.

De même, il est très probable que l'hyperconnectivité des véhicules change leurs propriétés pour les utilisateurs. Mais il n'est pas certain que cela change profondément les pratiques d'atelier. Ainsi, l'affichage sur le tableau de bord d'un message demandant de passer au garage n'est pas réellement une nouveauté. Le niveau de finesse des justifications avancées par le véhicule ou la précision de l'estimation du niveau d'urgence d'une intervention rendent le conducteur mieux informé au moment du premier contact avec le garage. Mais aujourd'hui encore la totalité des réparateurs enquêtés dit attendre de voir le véhicule pour engager un devis. **La fiabilité des systèmes d'auto-diagnostic n'est pas encore telle que les informations obtenues à distance du véhicule soient considérées comme une**

¹⁷ qui ne semblent cependant pas être le modèle vers lequel les recherches en résolution de panne s'orientent. À contrario, le deep learning supervisé sur des bases de données pré-structurées, qui semble être le modèle actuel, a tendance à reproduire les implicites de la rationalité humaine, biais et limites incluses

base suffisante pour engager la responsabilité de l'entreprise sur un devis. Il est possible que la transmission à distance des données diagnostics (et non seulement le résultat de l'analyse) fasse évoluer ceci, mais l'horizon est (sauf rare exception) encore lointain. En conséquence, nous considérons que si les systèmes de diagnostics prédictifs changent aujourd'hui la perception de son véhicule par l'utilisateur, ouvrent des possibilités d'anticipations pour les gestions de flotte ou permettent d'améliorer qualitativement le suivi après vente des véhicules, ces systèmes ne modifient pas substantiellement les logiques de travail des réparateurs et les compétences nécessaires pour les conduire.

En effet, pour les activités d'après-vente, que le véhicule propose à distance des bribes de diagnostic ou un diagnostic suffisamment fiable pour lancer, par exemple, une commande de pièce, n'est pas fondamentalement différent d'une prise de rendez-vous téléphonique bien menée. La fréquence de ce type de configuration et leurs niveaux d'anticipation organisationnelle (programmation du travail d'atelier et commande de pièce) vont probablement augmenter, mais ce n'est que l'amplification de phénomènes existants. Un autre effet possible serait la diminution de la proportion de mise à jour software nécessitant l'intervention d'un opérateur. Mais ce sont là des tâches qui, si elles sont cruciales et porteuses d'enjeux de responsabilité légale, ne sont pas cognitivement très compliquées.

Du côté des outils, un accroissement de l'intégration des nombreux outils numériques utilisés est probable : intégration de la visite de réception du véhicule et plus généralement des informations reçues en amont, intégration et automatisation partielle de la commande de pièce, intégration de la facturation et de la ventilation

comptable, etc. Ces implémentations sont déjà en cours de manières inégales selon les réseaux, et devraient aller vers une simplification de l'activité et un raccourcissement du temps consacré à ces tâches, dont on peut espérer une diminution des erreurs fortuites (commande, transmission d'information contribuant au diagnostic, etc.) et de leurs temps de correction.

Pour les outils d'aide au diagnostic (OAD) à proprement parler, plusieurs points doivent être pris en compte pour anticiper les transformations de l'activité de SAV.

- Certaines particularités des d'OAD posant problème pour les activités de diagnostic viennent de ce que leurs architectures reposent sur un usage détourné de capteurs et calculateurs destinés avant tout à piloter le fonctionnement normal d'un véhicule. Cette architecture limite leur portée, et induit des biais ou des points aveugles. Certaines tentatives d'introduction de systèmes de capteurs et de calculateurs finalisés par l'aide au diagnostic existent, appuyées sur des expériences dans l'industrie¹⁸. De telles transformations de l'architecture des systèmes d'information derrière les OAD pourraient améliorer leur efficacité opérationnelle, mais introduiraient probablement de nouveaux biais appelant une prise en charge cognitive par l'opérateur. Les conséquences sur la structure de l'activité, les compétences et les connaissances nécessaires pour la conduire nous semble qualitativement peu différentes (continuité plus que rupture).

¹⁸ diagnostic acoustique de bruits de roulement, en particulier.

- De même, l'introduction de principes d'intelligence artificielle (IA, deep learning, machine learning) appliqués à d'importants corpus de données (Big Data) peut améliorer l'efficacité immédiate des OAD en mode basique. Mais 1/ elle restera probablement transparente pour le professionnel l'utilisant et 2/ son impact restera limité en raison de la probable croissance simultanée de la complexité des véhicules et de leurs dysfonctionnements, en particulier de l'accroissement probable des dysfonctionnements liés à des questions de compatibilité matérielle ou logicielle entre éléments du véhicule (cf Rapport «panorama des outils du garage connecté, Taillardat & Felten). Nous avons aussi vu que la réussite des diagnostics réclamant un passage en mode expert repose sur la capacité de l'opérateur à lancer des explorations au-delà de ce que voient les capteurs, et in-fine ré-interpréter les dysfonctionnements pour requalifier les éléments de diagnostics. Or, être capable de changer de point de vue pour résoudre un cas qui résiste est précisément une des différences entre les humains et les IA, dont les modes d'apprentissage sont peu favorables à cette opération¹⁹. Il y aura donc toujours besoin d'humains compétents pour réparer des véhicules²⁰. Mais la vitesse d'évolution de l'intelligence machine est telle qu'il est difficile de prévoir les capacités, même théoriques, qu'elles atteindront dans trois ans. Une rupture technologique ne peut jamais être exclue.

En résumé, la médiation numérique est déjà nécessaire, et elle le restera car la complexité des véhicules est déjà un défi à la cognition humaine et va

¹⁹ et amènent aussi une fâcheuse tendance à reproduire les conceptions, même implicites, incorporées dans la construction des bases de données qu'elles utilisent comme support d'apprentissage.

²⁰ à l'atelier et sur les plateformes techniques

probablement continuer à croître. Il y aura donc toujours besoin d'outils pour en supporter l'exploration. Mais si la nature technologique des outils (IA modèle relationnel, véhicule hyperconnecté, dongle, etc.) peut changer, l'activité nécessaire pour travailler va probablement rester dans la continuité des évolutions de ces dernières années : les outils numériques sont déjà omniprésents dans les ateliers, pour une proportion toujours croissante de tâches. La complexité des véhicules va probablement continuer à croître²¹, parallèlement à celle des outils permettant de les réparer. Une réincarnation de la lutte entre la cuirasse et le canon, qui a marqué plusieurs siècles d'histoire industrielle des armements, nous semble plus probable qu'une rupture majeure et rapide amenant des systèmes auto-diagnostic tellement fiables qu'ils ne généreraient plus de cas limites nécessitant une intervention proprement humaine (« mode expert »). Mais la médiation numérique va y prendre de plus en plus de place dans l'accès aux phénomènes, renforçant le risque de disjonction des représentations numériques et téléologiques décrit plus haut, et l'importance de la connaissance des biais de cette médiation.

Et demain, les humains ?

Quels besoins d'accompagnement des opérateurs peut-on identifier à partir de l'analyse des conséquences sur leur activité de l'introduction de nouveaux outils et véhicules hyperconnectés ?

Le premier besoin se joue à un échelon collectif : l'intégration de plus en plus poussée d'outils numériques inter-reliés entre ateliers, back-office et client va

²¹ les cas de diagnostic qui résistent aux OAD resteront aussi probablement des situations critiques et à forts enjeux du point de vue de la rentabilité économique des ateliers.

provoquer une redéfinition de la construction et de la distribution des tâches dans les ateliers, et plus généralement dans les entreprises. La transition numérique est en cours, et ses effets sur la réorganisation du travail ne sont pas clairement identifiés par les chefs d'ateliers ou d'entreprises que nous avons rencontrés. Reconstruire la définition des tâches et les interactions entre opérateurs est un chantier critique car elle joue fortement sur l'optimisation de l'efficacité économique des entreprises. Il s'agit bien d'une question d'accompagnement formatif. La clef derrière ces reconfigurations est la compréhension de la compétence collective produite par un système dans lequel des opérateurs et des systèmes numériques contribuent ensemble à une même opération : entretenir et réparer des véhicules. Des questions de compétences et de propriétés des systèmes se mêlent. L'expérience de l'accompagnement stratégique d'entreprises d'autres domaines²² montre que la tâche est suffisamment complexe pour générer un besoin d'accompagnement des entreprises, besoin qui ne s'improvise pas. Il y a donc aussi un besoin de conception de l'accompagnement.

De manière plus classique, à l'échelon des compétences individuelles, plusieurs enjeux différents nous semblent apparaître selon les usages et populations concernées.

En utilisation basique, **la résolution des difficultés d'interactions homme - machine nous semble relever au moins autant de l'ergonomie que de la formation.** En d'autres termes, certaines difficultés actuelles pourraient être, en grande partie, résolues par un travail ergonomique d'adaptation des outils aux

²² par exemple l'accompagnement stratégique des entreprises agricoles, dont le tissu présente des caractéristiques communes avec celui des réparateurs automobiles

usages. Ce travail est engagé par quelques fabricants d'OAD, mais pourrait s'appuyer sur les observations de l'utilisation, la construction de personas²³ et un réel processus de conception de l'expérience et de l'interface utilisateur, dissociant les parcours « rapides » pour les tâches d'entretien courantes des parcours complexes dédiés à l'aide au diagnostic. Il aurait comme avantage de réduire la fraction d'utilisateurs potentiels qui butent sur l'usage de ces outils pour des raisons liées à leur aisance générale avec les dispositifs numériques. L'écueil serait de renforcer l'invisibilité des fonctionnements et limites des outils numériques, augmentant par là aussi le risque de glissement des opérateurs vers un monde déconnecté de la réalité matérielle des objets et des phénomènes, corollaire de l'effet « boîte noire ». Une solution pourrait être d'introduire dans ces outils des dispositifs d'assistance située, des possibilités d'adaptation ou de paramétrage fin, en cohérence avec l'utilisateur, l'organisation du travail au sein de l'atelier, la taille de la structure, aux compétences internes et aux types d'interventions les plus fréquemment réalisées.

Il restera toujours une part irréductible de phénomènes inexplorables par les capteurs, et très probablement par les algorithmes de diagnostic. Il restera donc toujours un besoin d'utilisation experte²⁴ pour laquelle connaître les biais des systèmes d'explorations et savoir s'organiser pour les dépasser demeureront des compétences critiques.

²³ un persona est un archétype représentant un groupe de personnes dont les comportements, motivations et buts sont proches

²⁴ et d'assistance technique en ligne par d'autres humains

Paradoxalement, **être capable de saisir les biais des OAD et de faire avec, nécessite de bien connaître les phénomènes matériels** (« mécanique de base ») qu'ils cherchent à saisir, ce qui pose la question de la construction d'une expérience directe des phénomènes matériels pour comprendre les biais liés aux interfaces et aux régulations numériques internes du véhicule. Utiliser des OAD dans les années qui viennent nécessitera donc de maîtriser tout un ensemble **de connaissances plus ou moins durables** concernant tant les OAD que les particularités techniques des véhicules influant sur leur capacité à permettre un diagnostic pertinent. Partant de cette idée de durabilité des compétences et connaissances les sous-tendant, on peut identifier :

- des connaissances durables à propos des phénomènes généraux liés au fonctionnement du véhicule (principes mécaniques, constituants, interactions et logique des systèmes embarqués) ou à celui de l'OAD (principes technologiques, limitations liées à la nature des algorithmes ou des approches reposant sur l'analyse de grands corpus de données),
- des connaissances fugaces portant sur les OAD (possibilités, particularités et biais de la version) et sur le véhicule (architecture des calculateurs et capteurs, particularités des modèles, etc.).

Beaucoup de connaissances fugaces sont déjà externalisées : peu de « mécaniciens » connaissent les références des pièces par cœur²⁵. De même, l'activité des réparateurs s'appuie beaucoup sur des ressources documentaires (valeurs attendues, architecture du multiplexage, codes d'activation, etc.)

²⁵ mais nous en avons croisé, de même que nous avons croisé des opérateurs qui notent les références les plus fréquentes sur des post-it près de leur poste de travail

numériques ou non. Le mouvement risque de s'amplifier au fur et à mesure de la complexification des véhicules et de la multiplication des variantes (matérielles et logicielles) au sein d'un même modèle. La gestion de cette externalisation des connaissances peu durables mais nécessaires pour mener un diagnostic et conduire une intervention interroge la continuité entre formation et étayage de l'activité in situ.

L'usage pour les cas qui résistent montre, en plus, la nécessité d'organisation de l'activité des opérateurs autour de logiques d'enquête hors instrument numérique. Ceci signifie une compétence d'organisation de l'observation des phénomènes pour laquelle l'exploration est guidée par les interprétations potentielles, confrontées à chausse fois à l'observation afin d'aboutir progressivement à une explication robuste permettant d'enclencher et d'organiser une intervention.

> Synthèse et recommandations

Les activités de réparation automobiles se heurtent depuis déjà quelques temps aux limites de la cognition humaine : l'ensemble des informations nécessaires pour **conduire un diagnostic et une intervention** sur un véhicule actuel peut très facilement **dépasser la charge cognitive** qu'un individu peut supporter.

Les outils d'aide à la décision ou d'aide à l'action (car certains prescrivent ou prennent en charge une partie de l'intervention) vont devenir encore plus

incontournables qu'ils ne le sont actuellement. Mais leur usage efficace, en connaissance de cause, appelle des connaissances et compétences nouvelles.

La vitesse d'évolution des véhicules et des OAD pose encore plus qu'avant la question de l'externalisation des connaissances pertinentes, et conséquemment de leur usage intelligent en situation. Savoir quoi aller chercher et comment l'intégrer dans une démarche de diagnostic et d'intervention va devenir une compétence de plus en plus critique pour l'efficacité des ateliers. Elle sera aussi de plus en plus délicate à construire : d'une part car la prééminence de la médiation numérique dans l'observation des phénomènes mécaniques risque en effet d'affecter les connaissances mécaniques, et d'autre part parce que ces compétences mélangeront des connaissances et compétences de durabilité variable qui ne peuvent être prise en charge de la même manière par l'environnement de travail et de formation des opérateurs.

La différenciation autour de deux modes distinct d'usage des outils numériques pose aussi la question du **renouvellement de la population de technicien experts** : la plupart ont été « mécaniciens » avant de monter en compétence. L'amélioration de l'efficacité technique et ergonomique des outils, combinée aux habitudes d'organisations du travail dans les ateliers risque de couper l'immense majorité des utilisateurs « basiques » d'OAD de l'expérience directe du véhicule et de ses fonctionnements. Or, se frotter à des situations qui résistent est une condition de développement. Si la distribution des tâches spécialise certains opérateurs sur les tâches complexes, et que les outils deviennent suffisamment puissants et ergonomiques pour que la majorité des utilisateurs les voient comme

infaillibles et perdent l'habitude d'interroger leur fiabilité, il existe un vrai risque d'assèchement du vivier de futurs techniciens expert au sein des utilisateurs basiques.

Ceci pose des questions originales d'ingénierie de dispositifs d'accompagnement, pour lesquelles il faut rappeler quelques éléments structurant la formation professionnelle française.

Formation ou conception de ressource ?

L'ensemble du système de formation français a été structuré pendant plus de 40 ans par les principes posés par la loi du 16 juillet 1971 portant « organisation de la formation professionnelle continue dans le cadre de l'éducation permanente ». Elle a gravé dans le marbre une strict séparation entre travail, dans l'entreprise, et

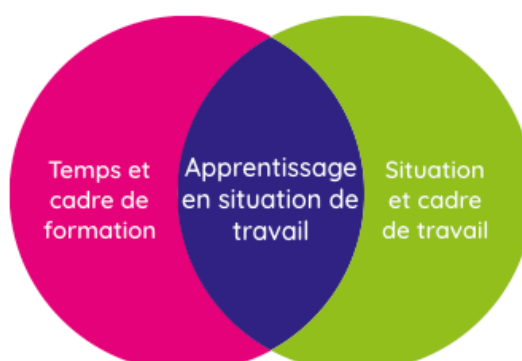
Loi du 16 juillet 1971
« organisation de la formation professionnelle continue dans le cadre de l'éducation permanente »



Loi du 5 mars 2014
« sur la formation professionnelle, l'emploi et la démocratie sociale »

Loi du 8 août 2016
« relative au travail à la modernisation du dialogue social et à la sécurisation des parcours professionnels »

Loi du 5 septembre 2018
« La loi pour la liberté de choisir son avenir professionnel »



)

formation, en dehors de l'entreprise. Ce principe a fondé l'ensemble des habitudes de pensée et de travail de tout le secteur de la formation professionnelle.

À contrario, les lois de 2014 (loi du 5 mars 2014 « sur la formation professionnelle, l'emploi et la démocratie sociale »), 2016 (loi du 8 août 2016 « relative au travail à la modernisation du dialogue social et à la sécurisation des parcours professionnels ») et 2018 (« pour la liberté de choisir son avenir professionnel ») ont réaffirmé **le travail comme lieu possible d'apprentissage** : l'évolution du droit et des pratiques permettent de reconnaître les apprentissages en situation de travail, voire de mettre en place, éventuellement à grande échelle, des dispositifs de formation en situation de travail.

L'accompagnement des réparateurs automobiles face à la montée en puissance d'outils et de véhicules hyperconnectés intégrant des algorithmes issus de l'IA est précisément un des cas qui pourraient incarner et tirer profit de ces évolutions. Il y a pour nous ici une configuration de besoin d'accompagnement qui aurait tout à gagner à construire un **vrai continuum de soutien**, depuis des formes classiques de formation à distance du travail jusqu'à des étayages en situation, par les outils eux-même ou par des réseaux de pairs ou d'experts. Déjà aujourd'hui, les plateformes techniques comme les OAD eux-même jouent un rôle dans le développement des compétences. **Un maillage plus étroit de ces solutions techniques avec des formes de formation classique et des formations en situation de travail ou d'autres formes pédagogiques innovantes** (serious game, animations métiers, réseaux de pairs plus formels que l'entraide actuelle au sein et entre les ateliers) nous semble souhaitable.

Pour nous, l'enjeu est ici de penser les parcours de développement dans des écosystèmes de ressources qui dessinent une **nouvelle continuité entre travail et formation**. Elle n'exclut pas le système de formation professionnelle existant, mais vise à le compléter.

Dans ce sens, nos préconisations s'agrègent autour de 3 idées :

1/ Mieux mobiliser les apprentissages en situation de travail

Les évolutions du cadre légal favorisent la mise en place d'actions de formation visant les apprentissages en situation de travail. Le diagnostic automobile mobilisant des outils numériques pour intervenir sur des véhicules hyperconnectés en évolution rapide nous semble être un cas favorable à la mise en place d'AFEST, et un champ dans lesquelles celles-ci devraient avoir une bonne efficacité. Mais mettre en place des AFEST n'est pas habituel, et réclame à la fois une culture (à construire) et des outils (à développer) qui s'écarte sensiblement des repères antérieurs (méthodes et concepts) de la formation professionnelle. Un important travail de création est nécessaire, et doit impliquer à la fois les acteurs de la formation, de l'ingénierie de formation, du travail (en particulier le management) et des outils de travail (ici, constructeurs et équipementier).

2/ Adapter les outils numériques pour qu'ils soutiennent le développement des compétences

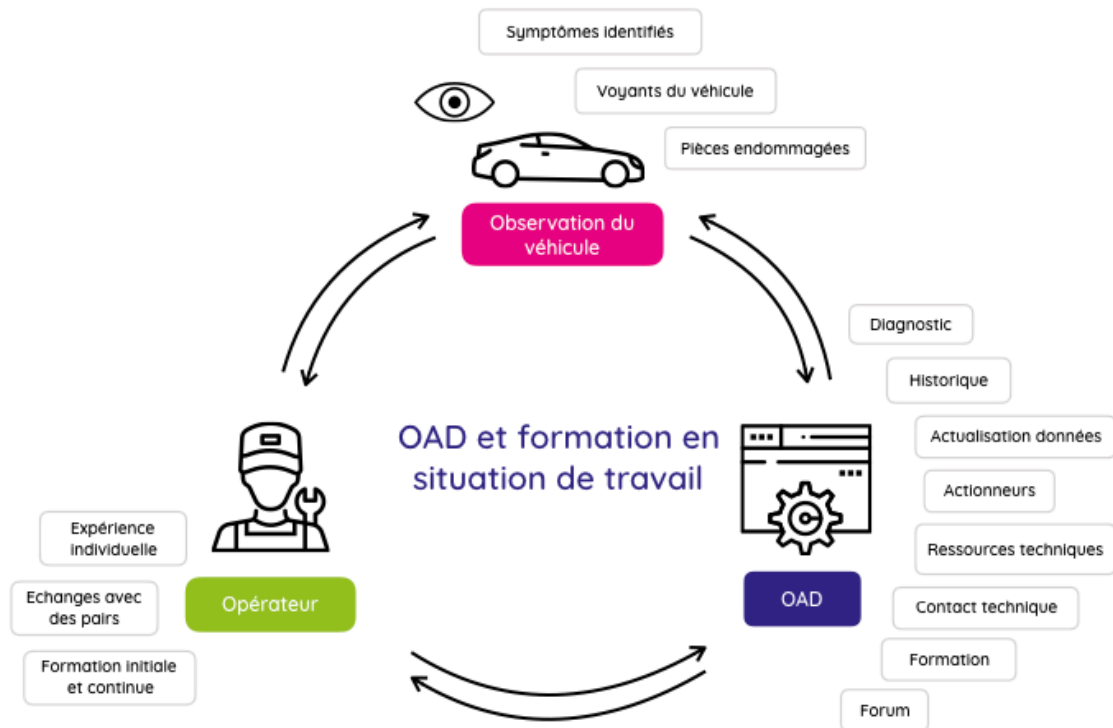
Pour l'instant, les outils que nous avons observé sont conçus pour permettre le travail, mais ne se préoccupent que très peu d'accompagner les apprentissages rendus nécessaires par leur usage. Au-delà les aspects ergonomiques évoqués plus haut, il est possible d'imaginer de mettre ces outils, omniprésents dans le travail, au service du développement des compétences de leurs utilisateurs. Une large palette est possible, et dans certains cas existe dans d'autres secteurs professionnels. Elle peut aller de l'apparition de bulles d'information à certains points cruciaux jusqu'à l'utilisation d'une IA visant à fournir une aide conceptualisée et personnalisée par rapport aux difficultés rencontrées par tel opérateur (par exemple en repérant des erreurs récurrentes et en proposant des compléments d'information sur ces sujets. Dans une vision élargie des médiations numériques, une telle approche peut inclure des interactions avec des pairs, des experts ou des formateurs).

À minima, une transparence sur la manière dont les données techniques du véhicules et les bases de données de panne sont utilisées pour résoudre le cas en cours serait un facteur de développement (cf connaissance des biais propres à chaque outils).

3/ accompagner les entreprises pour mieux penser l'organisation du travail dans les ateliers²⁶ pour qu'elle soit apprenante

Partant de l'idée commune que l'expérience du travail est le principal vecteur de professionnalisation, il nous semble nécessaire de mieux intégrer des préoccupations de formation continue dans l'organisation du travail elle même. Concrètement, certaines configurations de travail sont potentiellement plus

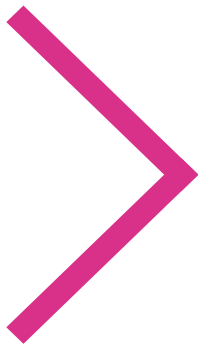
²⁶ qu'il faut peut-être mettre en cause pour favoriser des organisations du travail ordinaire plus apprenantes...



apprenantes que les autres. Le choix entre une configuration ou une autre est de la responsabilité du dirigeant, mais celui-ci n'a pas forcément les moyens et la culture pour s'en rendre compte et faire la balance entre intérêt productif immédiat ou de long terme. Il pourrait être intéressant pour l'ensemble de la branche de donner les moyens aux établissements eux-même de s'interroger sur ce qu'ils proposent à leurs salariés pour, au quotidien, apprendre en travaillant et apprendre de leur travail.

Combinées avec les approches déjà engagées par les acteurs de la formation professionnelle continue et initiale, ces propositions devraient contribuer à

maintenir un niveau de compétences permettant d'assurer une excellente qualité de service dans les établissements de réparation automobile.



ADOXAL

TEL : 06 80 07 68 86

Charles-Gagneur (Adoxal)

Didier Vassout (Seity)