
Vers une conduite automatique intelligente du tracteur

Olivier Muller, Patrick Laine et Thierry Langle

Les innovations les plus marquantes sur les tracteurs agricoles de ces dernières années concernent le développement très important de l'électronique embarquée. Cette électronique excelle dans de nombreux domaines, notamment dans les systèmes de régulation. Par exemple, son introduction est aujourd'hui quasi généralisée au niveau des relevages des tracteurs de plus de 85 chevaux. Ces derniers représentent aujourd'hui 40 % du parc, et la puissance moyenne vendue est de 88 Chevaux. L'électronique améliore les performances, la précision, la rapidité de réaction, la facilité d'utilisation. Pour les constructeurs de machines agricoles, la meilleure voie et, souvent, la plus courante pour avancer vers des machines de plus en plus automatisées est le développement par étapes. En effet, les nouvelles idées exigent du temps avant d'être acceptées par les utilisateurs. Par ailleurs, l'adaptation des nouvelles technologies par les industriels demande aussi du temps, car elles accroissent les risques industriels (Huuskonen, 1992). Actuellement, chaque nouveau système constitue un module supplémentaire, non seulement pour les capteurs (radar mesurant la vitesse réelle d'avancement, position du relevage) mais aussi pour l'automatisation : régulation électronique de la pompe à injection, boîte semi-automatique de type *power-shift*, contrôle du taux de patinage admissible. Le tout est visualisé par de nombreux écrans, tableaux de bord, affichages numériques, graphiques, etc. (Montalescot, 1992). Il est temps de concevoir des systèmes intégrés simples, faciles à utiliser, fusionnant ainsi les différents boîtiers de visualisation.

Dans cet article, différentes phases de l'évolution d'un ordinateur de bord seront présentées. Appelé « Mentor », cet ordinateur est chargé d'afficher des informations et de conseiller le conducteur. En d'autres termes, il est chargé de superviser et d'optimiser la conduite du tracteur (Alvarez *et al.*, 1990). Une équipe du Cemagref d'Antony travaille actuellement sur la supervision appliquée au tracteur agricole, plus précisément sur la première génération de Mentor.

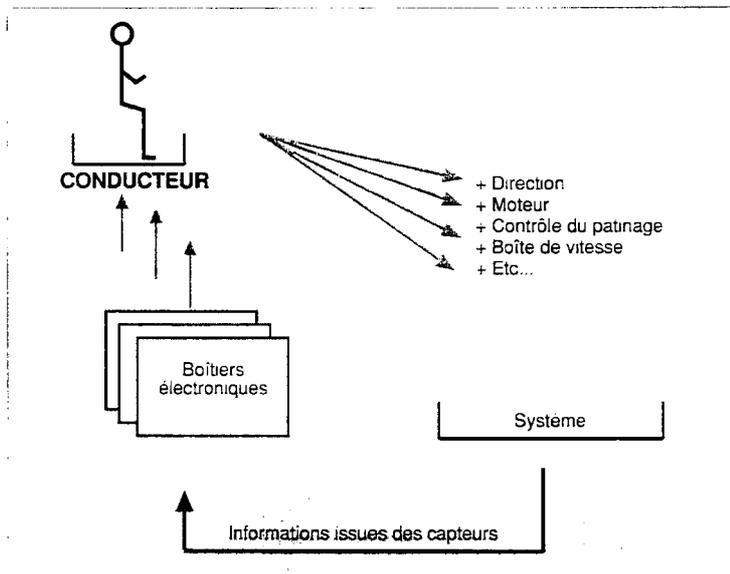
État actuel : les systèmes électroniques embarqués

L'agriculteur conduisant son tracteur est amené à gérer un grand nombre de paramètres, interférant souvent entre eux et d'ordres différents :

- économique, la consommation ou l'usure du matériel par exemple ;
- mécanique, la vitesse d'avancement, le glissement ou le régime moteur ;
- agronomique, la profondeur de labour ou degré d'émiettement par exemple ;
- spatial, la localisation par rapport aux extrémités du champ, le guidage de l'ensemble tracteur outil le long de l'interface zone travaillée - zone non travaillée ;
- temporels, la prévision de l'heure de finition de son travail, pour une meilleure organisation du chantier.

La tâche du conducteur consiste à gérer au mieux ces ensembles de paramètres. Cette gestion nécessite de nombreuses informations, dont certaines sont génératrices de prises de décision et d'actions (figure 1).

Olivier Muller
Patrick Laine
et Thierry Langle
Cemagref
Parc de Tourvoie
BP 121
92185 Antony Cedex



▲ Figure 1. - Les informations du conducteur de tracteur agricole pour la décision

S'informer souvent, trier les informations, prendre des décisions réfléchies et agir rapidement, souvent même faire intervenir des réflexes, sont autant de contraintes pour le conducteur. Pour l'aider à conduire, les progrès technologiques offrent aujourd'hui à l'agriculteur des systèmes électroniques embarqués (Strasman, 1991) qui assurent globalement trois fonctions différentes, parfois complémentaires : informer, conseiller, automatiser la conduite.

Quelques exemples de ces boîtiers électroniques et de leurs fonctionnalités sont donnés dans le tableau 1.

Avec l'amélioration du confort, l'isolement du conducteur de tracteur dans une cabine de plus en plus insonorisée s'accompagne d'une augmentation du nombre des boîtiers électroniques em-

V Tableau 1. - Les fonctions des systèmes électroniques embarqués sur les tracteurs

Information	Conseils	Automatismes de conduite
- vitesse de rotation du moteur	- choix du rapport de vitesse et choix du régime moteur à adopter	- automatismes de sécurité interne de la boîte de vitesse
- vitesse d'avancement		- blocage automatique du différentiel
- gestion du patinage (radar)		- enclenchement automatique du pont avant
- vitesse de rotation de la prise de force avant et / ou arrière		- désenclenchement automatique de la Prise de Force
- consommation instantanée en fuel		
- surface travaillée		
- totaliseur d'heures, etc		

barqués. Au fur et à mesure qu'ils apparaissent sur le marché, ces boîtiers engendrent en fait une sollicitation de plus en plus croissante de l'attention du conducteur. Dans certains cas, l'agriculteur ne cherche même plus à s'informer des caractéristiques dynamiques de son travail, car il se trouve alors saturé d'informations qui lui arrivent en continu. Enfin, ces systèmes, dépourvus de communication entre eux, sont parfois juxtaposés sans grand souci ergonomique.

De la problématique précédente se dégage l'intérêt de l'ordinateur de bord « Mentor ».

Prochaine étape : le superviseur de première génération

Mentor va coordonner une grande partie des capteurs et boîtiers électroniques (Muller *et al.*, 1995) par l'intermédiaire d'un bus de communication en cours de normalisation, le bus CAN (Jahns, Speckmann, 1992). Grâce à son système expert écrit sous langage objet (Smalltalk), il va filtrer les informations issues des capteurs, puis les afficher et éventuellement, les interpréter sous forme de conseils. Ces renseignements seront affichés sur un écran embarqué qui prendra différentes configurations suivant la situation agricole en cours.

■ Le filtrage des informations et l'affichage

La première tâche de Mentor est de sélectionner les informations qui proviennent en continu des capteurs installés sur un bus de communication (et éventuellement sur l'outil associé). Il ne va proposer à l'agriculteur que des informations pertinentes, c'est-à-dire véritablement utiles pour le travail en cours (figure 2).

Par exemple, Mentor délivre la vitesse réelle d'avancement quelle que soit la nature du travail, et ne donne l'information régime moteur que pour les opérations de traction (prise de force débrayée) et l'information régime prise de force que pour les travaux à la prise de force (prise de force embrayée). Autre exemple, la vitesse théorique d'avancement, sans intérêt réel pour le conducteur, n'est jamais affichée, bien qu'elle soit utilisée lors du calcul du taux de patinage.

Mentor se substitue au tableau de bord traditionnel, tout en fusionnant ainsi les affichages des différents boîtiers électroniques ; il ne fait apparaître,

en temps utile, que les informations nécessaires sur un seul écran. Filtrer et afficher les informations sont donc les deux premières tâches de ce superviseur.

Mais ses fonctionnalités sont encore plus étendues : il peut fournir à l'opérateur une aide à la conduite plus complète que celle des produits déjà existants.

■ L'analyse des informations et les conseils

On peut dégager deux autres grandes fonctions pour ce superviseur de première génération : l'analyse et le conseil.

Dans le principe de la supervision, l'analyse des données est permanente. Elle engendre, si nécessaire, des conseils qui sont, selon les cas, de niveaux différents.

Conseils à l'arrêt et conseils en cours de travail

A l'arrêt, le superviseur est dans la mesure de formuler des conseils concernant l'optimisation des réglages de l'ensemble tracteur-outil avant de commencer l'opération culturale envisagée : il s'agit de conseil d'ordre tactique, comme une proposition de réglages en fonction des caractéristiques du sol et du type de culture, faisant appel à une expertise agronomique.

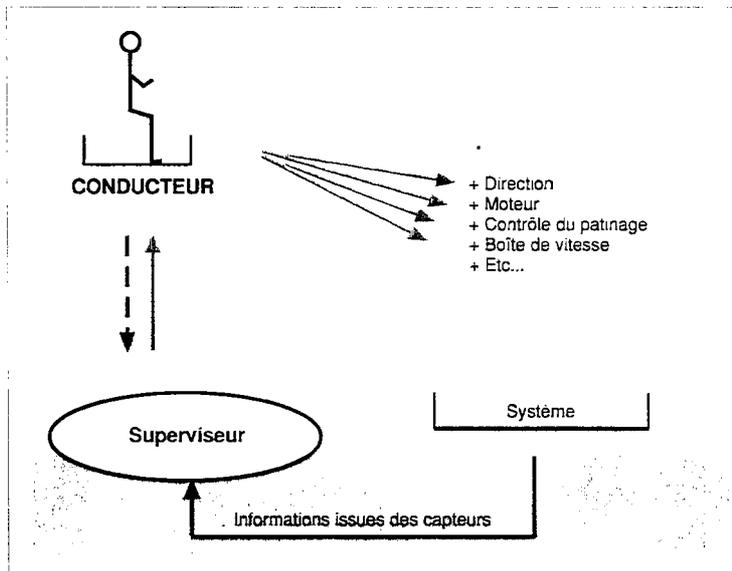
Par ailleurs, un rappel des réglages courants (et de l'entretien) pour la plupart des outils est consultable dans un dictionnaire mémorisé.

En cours de travail, le superviseur va délivrer des conseils davantage d'ordre opérationnel : il sélectionne les informations issues des capteurs, les analyse et formule des conseils de réglage ou des messages d'alarme.

Remarque : le manque de capteurs, fiables et peu onéreux limite la valorisation d'une assez grande partie de l'expertise agronomique. Par exemple, il faut noter que, compte tenu d'un manque de capteur visant à apprécier la qualité du travail effectué, c'est encore l'agriculteur seul qui sera capable d'apprécier la bonne vitesse d'avancement de l'ensemble tracteur-outil qui conditionne pour partie la bonne réalisation du travail.

Différents niveaux de conseils selon le niveau d'importance

Outre les deux niveaux d'expertise cités précédemment, deux autres niveaux peuvent être mention-



nés, selon, cette fois-ci, *la gravité de l'intervention demandée*. Les conseils se traduisent par des messages de deux types : proposition ou alarme.

Message de type « proposition » : l'agriculteur est libre de suivre ou non la proposition de Mentor. Cela va simplement se matérialiser par l'apparition d'un message sur l'écran embarqué ou par un clignotement, de l'icône concernée. Cela correspondra, par exemple pour le régime moteur, à une zone où la consommation peut être diminuée. Dans ce cas, l'activation de l'icône clignotante donne accès à la lecture du conseil proposé.

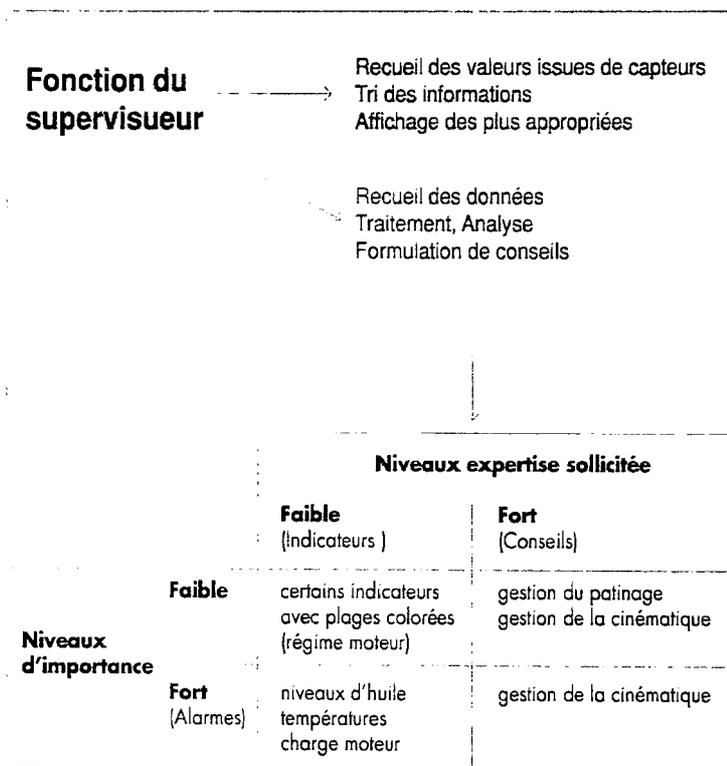
Message de type « alarme » : ils attirent beaucoup plus l'attention du conducteur car ils spécifient une situation où les réglages sont vraiment inappropriés. Par exemple, ils seront utilisés pour la gestion du régime moteur (approche de la zone de calage par exemple), pour l'outil (vitesse excessive d'avancement ou rotation trop rapide de la prise de force engendrant probablement un risque élevé de détérioration), pour le sol (mêmes causes que précédemment, entraînant, par exemple, un risque de battance trop important). Les messages d'alarme s'affichent en lettres rouges dans une zone prévue à cet effet et sont accompagnés, selon la gravité, par le clignotement d'une icône appropriée.

Pour résumer les rôles de ce superviseur de première génération peuvent être synthétisés par le tableau 2.

▲ Figure 2. – Les fonctions du superviseur sur le tracteur agricole : filtrage et affichage des données

Mentor, comme le ferait un agriculteur expert embarqué aux côtés du conducteur, a une vision globale de l'opération en cours de réalisation, à travers son analyse scrupuleuse et synthétique de toutes les informations issues des capteurs : il peut alors générer des messages sur l'écran interactif, permettant ainsi une certaine forme de dialogue avec le conducteur.

mes automatisés va demander un dialogue de plus haut niveau entre le conducteur et le superviseur. Les prochaines générations de superviseurs pourraient gérer, en plus des fonctions énoncées précédemment, des automatismes en accord avec l'opérateur qui restera maître de la prise de décision finale (Robert, 1990). Suivant le niveau d'automatisation, les répercussions seront importantes au niveau du contenu des informations et des aides à faire afficher pour l'opérateur.



Ces dernières peuvent être, par exemple, l'action du tracteur sur le relevage lors d'un taux de patinage excessif ou la modulation automatique du régime moteur (régulation électronique de la pompe à injection) combinée avec le passage automatique des vitesses (boîte *power shift*).

Ces automatismes pourraient être intégrés dans ce concept en tant que sous-systèmes supervisés par l'ordinateur de bord.

Une nouvelle génération de superviseur pourrait aussi étendre le domaine de l'aide à la conduite davantage vers des domaines d'aide à la décision avec un caractère plus *stratégique* : on peut penser au recueil et au transfert d'informations technico-économiques vers les logiciels de l'exploitation. Des informations relatives au travail accompli sur une parcelle pourraient être transférées, sous forme de fichiers informatiques, vers des logiciels d'aide à la décision technico-économique de l'exploitation (par exemple, transfert de données concernant la consommation, ou les temps de travaux, vers des logiciels de gestion parcellaire). L'objectif est double : affiner la gestion parcellaire par une meilleure connaissance des charges de mécanisation et se doter d'une aide au choix du renouvellement du matériel, en connaissant avec précision son taux d'utilisation pendant une campagne agricole donnée. Un système de transfert des informations a déjà été étudié au Cemagref de Montoldre (Zwaenepoel, 1990 ; Zwaenepoel *et al.*, 1991) et ce concept reste très intéressant pour un prolongement du projet Mentor.

Pour illustrer son utilité, voici deux exemples.

Prenons le cas d'une parcelle éloignée. Dans le cadre de la Politique agricole commune, l'agriculteur hésite entre la mise en jachère ou non, car le sol y est fertile et les rendements sont satisfaisants. Mais l'éloignement suppose des frais de transports importants, assez coûteux en temps (surtout si les travaux sont effectués par un chauffeur rémunéré).

▲ Tableau 2. - Fonctions du superviseur de première génération

Dans les différents cas, l'agriculteur est toujours libre de conduire selon sa pensée, et cela ne doit d'ailleurs en aucun cas être oppressant pour lui. Il est, et restera, le seul maître à bord de son tracteur.

C'est essentiellement sur ce stade d'évolution que l'équipe de la division électronique d'Antony a travaillé.

Les générations suivantes de superviseurs

Les prochaines générations pourraient assurer des fonctions plus évoluées. La gestion de sous-système

L'agriculteur se pose donc la question : « Compte tenu des aides, dois-je mettre ou non cette parcelle, en jachère ? ». Avec l'approche d'une gestion classique, la décision n'est pas facile à prendre car les charges de mécanisation relatives aux parcelles ne sont pas clairement déterminées :

- les frais de transports sont dilués sur toute l'exploitation (fuel notamment) ;
- les temps de trajets ne sont pas évalués ;
- les temps de travaux sont généralement répartis équitablement sur chaque parcelle.

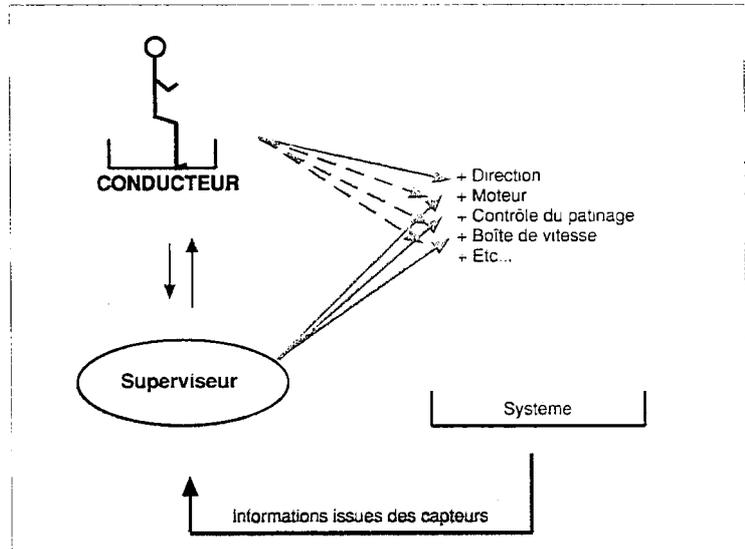
Le superviseur de troisième génération pourrait permettre la prise en compte de ces paramètres mal déterminés, si l'agriculteur le désire. Cette nouvelle approche par les coûts réels va orienter l'agriculteur dans sa prise de décision : la parcelle en question, malgré ses marges brutes importantes, dégage peut-être moins de marge nette que la moyenne de ses parcelles et risque alors d'être mise en jachère.

Prenons un autre exemple : le renouvellement du matériel est, dans bien des cas, source de problèmes. Les amortissements sont difficiles à gérer et représentent une part importante dans le calcul du revenu agricole. Prenons le cas d'une herse rotative : elle est vieille, peu utilisée, et la question se pose ainsi : « Faut-il investir du matériel neuf, ou opter pour une solution plus économique ? ». L'ordinateur de bord va enregistrer les temps d'utilisation de l'outil en fonction de la surface travaillée. L'agriculteur pourra donc juger selon le taux d'utilisation de sa herse, si l'investissement dans un même outil neuf est rentable. Sinon, il pourra choisir de l'acheter d'occasion ou de travailler avec du matériel en Cuma (Coopérative d'utilisation de matériels agricoles en commun), par exemple.

Mais, outre le choix d'un niveau de supervision, d'autres questions restent posées concernant le type de tracteur pour lequel ce concept pourrait être appliqué.

Pour quel tracteur, quel agriculteur, quelle exploitation ?

Matériel, structure d'exploitation et mode de travail des exploitants agricoles sont différents facteurs assez dépendants les uns des autres. Précisons le contexte dans lequel le projet Mentor a le plus de chance de s'épanouir.



Pour quel type de tracteur ?

Pour des gros tracteurs, plus confortables, plus chers que les petits.

Pour des raisons de résistance des composants. Mentor est prévu pour équiper des tracteurs dits de « haute gamme », c'est-à-dire possédant une assez bonne protection contre la chaleur, la poussière et les vibrations dans la cabine. En effet, la résistance des composants électroniques aux agressions de l'environnement a des limites que l'on peut repousser un peu en choisissant des tracteurs « confortables » (que l'on peut corrélérer à partir de la puissance moteur supérieure à 100 chevaux).

Pour des raisons de coût. Le prix de l'électronique embarquée, fixe quel que soit le tracteur, est proportionnellement moins important sur un tracteur de forte puissance que sur un tracteur de faible puissance.

Pour quel type d'exploitation agricole ?

Pour une exploitation de grandes cultures.

La taille d'une exploitation, la nature des opérations culturales et l'importance de la main-d'œuvre disponible vont conditionner le choix de la puissance du ou des tracteurs à utiliser. C'est un état de fait que les tracteurs de forte puissance sont généralement utilisés pour des exploitations de grandes cultures, principalement pour les opérations de travail du sol et de bennage. Outre ce constat, remarquons aussi que la taille des exploitations agricoles est censée s'agrandir. Pour une

▲ Figure 4. – Les prochaines fonctions du superviseur du tracteur agricole : filtrage, affichage des informations et gestion d'automatismes

même exploitation, cela nous amène à prévoir une augmentation du nombre des parcelles, donc de leur diversité et par là, une extension du savoir-faire des agriculteurs et de leurs chauffeurs.

Pour des associations d'agriculteurs

Un agriculteur soucieux de la réduction de ses charges de mécanisation sera peut-être plus intéressé par une forme d'entraide nécessitant de maintenir une comptabilité des temps de travaux, des noms des différents chauffeurs, etc. Une prochaine génération de Mentor devra être conçue de façon à pouvoir répondre à différentes situations : imaginons une forme d'entraide développée par quelques exploitations agricoles où certains matériels sont en Cuma. A la fin de la campagne, il en résultera une facturation un peu compliquée si chaque intervention sur parcelle n'est pas clairement identifiée. Aussi, Mentor pourra émettre des bons de travaux concernant des opérations culturales devant être facturées, sur des parcelles bien définies. Pour une banque de travail, une société, la partie économique du superviseur Mentor pourra être très intéressante pour comptabiliser les heures de fonctionnement ou pour établir des factures. Couplée au logiciel de gestion de la société, elle permettra de faire une comptabilité plus affinée, en fournissant des données très détaillées sur le taux d'utilisation du tracteur en fonction de chaque adhérent et en fonction de

chaque outil attelé. Les coûts horaires de fonctionnement de chaque outil peuvent être modifiés et, ainsi adaptés à chaque niveau d'amortissement du matériel. La gestion pourra se faire « en temps réel », selon le degré d'utilisation du tracteur et des outils. Elle ne sera plus estimée mais mesurée par le superviseur.

Mais arrêtons-nous ici : dans la réalisation de notre actuel prototype, nous ne sommes allés encore si loin. Présentons maintenant la partie la plus visible de notre réalisation.

Les écrans de première génération

Après avoir présenté les concepts de la supervision d'un tracteur, voyons maintenant la réalisation de quelques écrans issus de la maquette s'inscrivant dans le cadre de la première génération de superviseur.

Il s'est avéré nécessaire de réduire le champ d'intérêt du projet Mentor de façon à être plus efficace dans un premier temps ; c'est la raison pour laquelle nous avons décidé de nous centrer plus particulièrement sur l'opération culturale labour. Toutefois, de nombreux tableaux sont communs aux autres opérations culturales que peut réaliser un agriculteur. Une trentaine de tableaux pourraient être présentés ; nous nous contenterons de présenter l'écran principal, qui correspond au plus utilisé.

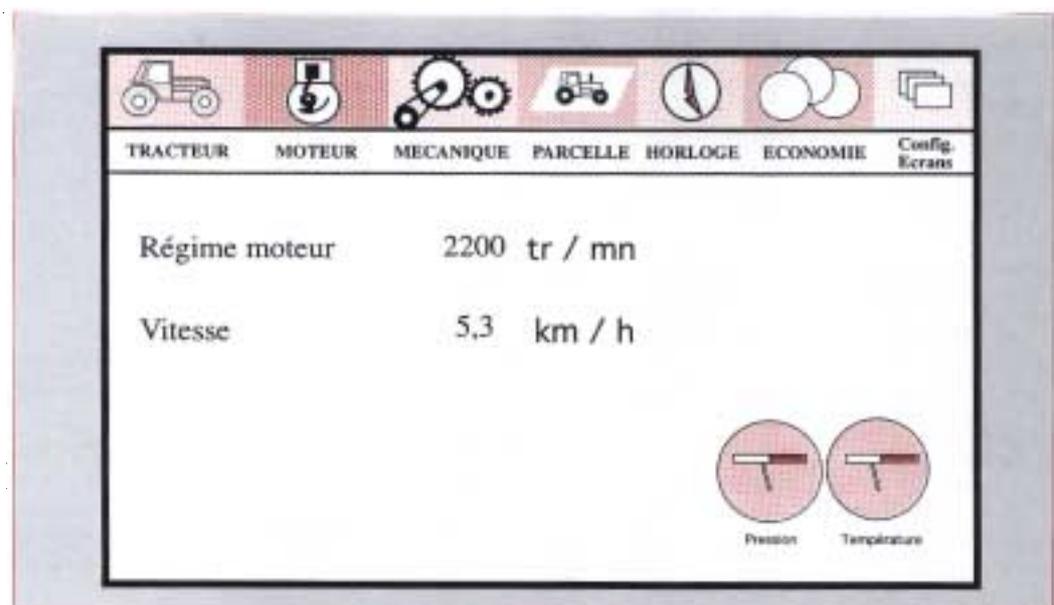


Figure 5. -
Écran de contrôle
lorsque le tracteur
est en marche

L'écran ci-dessus est celui qui apparaît le plus couramment lorsque le tracteur est en marche.

En haut de l'écran, il y a sept icônes qui, une fois sélectionnées, appellent de nouveaux écrans organisés suivant une arborescence verticale. Le contenu de chaque icône évoque le thème des tableaux appelés.

La première icône, en partant de la gauche, appelle des écrans relatifs aux conseils pour un nouveau régime moteur et un nouveau rapport de boîte ; en cas de dysfonctionnement du moteur, cette première icône va clignoter tout en changeant de couleur : orange si le dysfonctionnement est considéré peu grave, rouge s'il est considéré grave.

La deuxième icône appelle des écrans relatifs à l'entretien, qu'ils soient du tracteur ou de son outil associé.

La troisième icône appelle à une présentation de tableau de bord de fonctionnement du tracteur beaucoup plus riche en informations qu'il ne l'est sur l'écran.

La quatrième icône appelle des écrans contenant des informations à caractère économique sur le travail en cours.

La cinquième icône appelle des écrans pouvant recevoir et donner des informations (ou des conseils) relatives aux parcelles référencées.

La sixième icône représente une horloge qui permet, bien évidemment, de donner l'heure, tant qu'elle n'est pas sollicitée ; son activation amène un tableau fournissant des paramètres relatifs au temps de travail sur la parcelle en cours de travail.

Enfin, *une septième icône*, donne la possibilité au conducteur de configurer à son goût le logiciel de Mentor et de faire afficher, par exemple, en continuant sur l'écran principal différentes informations.

Sur le tableau de bord actuellement présenté, nous pouvons lire la valeur du régime moteur et la vitesse réelle d'avancement. Deux indicateurs concernant la pression d'huile moteur et la température y sont également affichés. Sur le côté gauche de ces deux indicateurs est prévu un emplacement destiné à l'affichage de messages d'alarme en cas de dysfonctionnement d'une partie de l'ensemble tracteur-outil.

Une aide à la conduite intelligente

Dans cette étude, les objectifs de l'assistance à la conduite du tracteur n'étaient pas faciles à définir. Quel doit être le rôle d'un assistant au conducteur : doit-il informer, conseiller, alerter ? Doit-il avoir la possibilité d'agir sur le contrôle de la machine ? De quelle manière ? A quel moment ?

Les questions sont très nombreuses, et ne relèvent pas forcément du domaine scientifique ou technique. L'assistance au conducteur de tracteur dépend d'un domaine pluridisciplinaire. En effet, sont à prendre en compte l'informatique, l'électronique, l'automatisme, pour le support matériel, mais aussi la psychologie, l'ergonomie, dans le cadre de la relation homme-machine. Concernant la méthodologie mise en œuvre, il faut commencer d'abord par définir le niveau de partage des tâches entre l'homme et la machine et, ensuite, définir le niveau de sophistication de l'assistance que l'on désire réaliser. Ce travail renvoie surtout à des méthodologies de recueil et de formalisation d'expertises sous forme de règles « Si..., Alors... », pour le développement du système expert embarqué : ça n'est pas une tâche facile, car les sciences agronomiques sont délicates, les sols, les opérations culturales sont différents ainsi que les utilisateurs...

Retenons que le superviseur Mentor est un outil intéressant pour les agriculteurs, car il propose une vision globale du chantier. Grâce au bus de communication CAN et du système expert embarqué, le chauffeur va gérer son tracteur à travers une seule console. Il n'aura plus la consommation horaire sur un écran, la gestion du patinage sur un autre et des informations générales sur le tracteur comme le régime moteur situées dans une autre partie de l'environnement de travail. D'un point de vue ergonomique, c'est un plus. L'autre intérêt de ce système expert, outre cette fonction de centralisation des données, sera d'aider l'agriculteur à prendre des décisions tactiques et opérationnelles (réglages de l'ensemble tracteur-outil) grâce à une expertise embarquée, appliquée aujourd'hui au labour. Dans l'avenir, d'autres aides pour d'autres opérations culturales seront à développer : par exemple, la pression politique pour un meilleur respect de l'environnement imposera de meilleurs réglages d'outils, notamment ceux des pulvérisateurs. Une piste tout aussi prometteuse à explorer est celle liée à l'aide à des décisions plus stratégi-

ques sur l'exploitation qui seront facilitées par un transfert de données du tracteur vers l'ordinateur du bureau. Le projet Mentor est prévu pour anticiper une demande qui risque de se formuler de plus en plus clairement, compte tenu de l'évolution de la situation économique et structurelle des exploitations agricoles. □

Résumé

L'augmentation du nombre des boîtiers électroniques à bord du tracteur agricole peut engendrer une sollicitation de plus en plus croissante de l'attention de l'agriculteur, qui parfois ne cherche même plus à s'informer des caractéristiques dynamiques de son travail, car il est saturé d'informations arrivant en continu. Le superviseur Mentor va remplacer ces boîtiers électroniques : il va filtrer, afficher et interpréter les informations sous forme de conseils à l'agriculteur, par le biais d'un écran embarqué, qui prendra différentes configurations selon l'opération culturale en cours. Suivant son niveau d'évolution, Mentor va pouvoir gérer des automatismes de conduite. Un exemple de supervision est présenté ici.

Abstract

The number of electronic devices is increasing in tractor cab, and that could generate a stress on the driver. In some case, he doesn't inform himself of his running work characteristics. The supervisor, an onboard computer, will substitute these electronic boxes, by collecting the different data from the sensors of the tractor. Its goals are to filter these informations, and then to display the most appropriate of them. It provides advices for better adjustments of the tractor-implement system. According to its level of evolution, the supervisor will manage itself automatism and collect data for a better economical management of the work in plots. The paper presents the concept of the supervisor for an agricultural tractor and its different levels of evolution.

Bibliographie

- ALVAREZ, I., GAUTHIER, B., FUSH, T., 1990. Intelligent supervisor for the tractor plough system, *Ageng*, p. 195.
- HUUSKONEN, P., (VALMET tractors), 1990. Automation of tractor and implement, *Ageng*, October, 24 & 26, 8 p.
- JAHNS, G., SPECKMANN, H., 1992. Development of an open agricultural bus standard, *Ageng* 92, Uppsala 12 p.
- MONTALESCOT, J.-B., 1992. La supervision intelligente du tracteur: une technique d'avant garde, *BTMEA*, n° 63, pp. 37-41, Avril 1992.
- MULLER, O., LAINE, P., LANGLE, T., 1995. Automation of field tractor and man machine interface evolution: the concept of a step by step process, *International Advanced Robotics Programme ; Robotics in Agriculture & the food industry*, Toulouse, France October 30-31, p. 199-206.
- ROBERT, B., (*Renault Agriculture*), 1990. Le projet CENTAURE, *BTMEA*, n° 50, édition du Cemagref, p. 13-14, Juin 1990.
- STRASMAN, A., 1991. Les agriculteurs et l'aide à la conduite des tracteurs, *BTMEA*, n° 58, Cemagref, 4 p., Juiller 1991.
- ZWAENEPOEL, P., 1990. Standardisation of the communication between agricultural equipment and farm computer, *Ageng* 90, Berlin, p. 90-91.
- ZWAENEPOEL, P., LE BARS, J.-M., PICOT, F., 1991. L'ordinateur de ferme et le matériel agricole mobile, *BTMEA*, n° 59, Cemagref, p. 9-14.