

L'AGRICULTURE DE PRECISION

→ L'agriculture évolue. Aujourd'hui le monde paysan se voit doté de plus en plus d'outils accompagnant l'agriculteur dans la gestion de ses itinéraires culturaux.

Cette agriculture aussi appelée "agriculture de l'information" permet de relever de multiples renseignements que l'agriculteur peut utiliser avec un triple objectif : gains économiques, respect de l'environnement et traçabilité.

Autrefois, les parcelles agricoles étaient petites et cultivées en fonction des caractéristiques et de la richesse des sols. La mécanisation a permis une production plus importante et répond mieux aux besoins alimentaires, mais elle a induit une augmentation de la taille des parcelles. Par voie de conséquence, la variabilité naturelle d'un champ est plus importante. Il s'agit donc de définir des zones ayant un comportement homogène et de les caractériser : profondeur du sol, potentiel de rendement, teneur en éléments minéraux, présence de mauvaises



A l'occasion de la journée agriculture de précision le 14 février dernier.

herbes... Ne pas tenir compte de cette variabilité intra-parcellaire revient à adopter une conduite culturale homogène sur l'ensemble d'une parcelle cor-

respondant aux caractéristiques moyennes ou les plus représentatives de la parcelle. Dans ce cas l'agriculteur crée une perte due à la fois à un excès et à un manque.

L'essor d'un certain nombre de technologies (GPS, Pocket PC, ordinateur de bord, Wifi...) amène aussi un certain nombre d'applications possibles dans la

recherche de la limitation des intrants et de la traçabilité des interventions. L'agriculture de précision apporte une partie des solutions durables. Mais qu'en est-il ? Que sont tous ces outils d'analyse et d'application qu'elle abrite ?

Les BTS GDEA du CFA du Robillard vous proposent d'en avoir un aperçu à travers huit articles. Ces huit thèmes ont été choisis de façon à couvrir les différents aspects de l'agriculture de précision de la prise d'information (télé-détection, résistivité de sol, capteurs et outils nomades), au traitement de l'information (SIG) et à son utilisation (Guidage, Bus Can et modulation). Ces différents aspects peuvent être complémentaires mais aussi indépendants, et on peut choisir de travailler avec certaines technologies sans utiliser les autres.

Outils nomades. LES NOUVELLES TECHNOLOGIES DANS LA MAIN

Grâce à leur polyvalence et leur mobilité, les outils nomades vont devenir des outils indispensables dans le domaine agricole. Ils permettent à la fois d'enregistrer différentes interventions, mais aussi d'avoir un accès permanent aux informations de l'exploitation.

Un couteau suisse informatique

Les outils nomades, appelés aussi PDA (Personal Digital Assistant, littéralement assistant numérique personnel) sont des ordinateurs de poche composés d'un processeur, de mémoire vive, d'un écran tactile et de fonctionnalités réseau dans un boîtier compact de petite taille. On compte parmi ceux-ci le Palm, le Pocket PC, le Smartphone et autre assistant numérique de poche. Ils ont la caractéristique d'être peu encombrants, faciles à utiliser et d'avoir plusieurs fonctions.



Pocket PC utilisé en assistance de guidage.

Il était une fois l'organiseur

Le PDA est un ordinateur de poche dont l'usage est prévu originalement dans un but

d'organisation. Un assistant personnel fournit donc généralement en standard les applications suivantes : organisation de

l'emploi du temps, aide-mémoire, carnet d'adresses et messagerie électronique. Ils ont en outre des outils de bureautique (tableur, traitement de texte) et des outils multimédias (musique, vidéo).

Puis virent d'autres applications

Du fait que l'on peut installer des logiciels dans ces PDA d'autres fonctions directement appliquées à l'agriculture sont désormais possibles. On peut ainsi utiliser un logiciel de saisie de suivi de culture. L'utilisateur entre les interventions faites sur les parcelles directement sur le terrain : type de travail, quantité d'intrant, date, chauffeur, matériel, et... Plus besoin de carnet de terrain et de double saisie, ces informations permettent d'avoir une traçabilité totale des interventions.

Inversement l'agriculteur a aussi accès sur le terrain aux don-

nées précédentes. Il peut ainsi visualiser des informations qui ont été enregistrées ultérieurement comme par exemple un apport d'engrais apporté sur une parcelle l'année précédente, variétés de céréales etc...

Les PDA évoluent aussi avec de nouveaux composants associés. L'assistant personnel peut faire ainsi téléphone, appareil photo, positionnement GPS... Avec le GPS, l'utilisateur peut effectuer un arpentage de parcelle. Il peut même être utilisé comme guidage sur l'écran (voir article guidage). Pour ces usages agricoles, on trouve aussi des PDA "durcis" pour pouvoir résister aux chocs, à l'eau et aux poussières.

Synchroniser ou temps réel

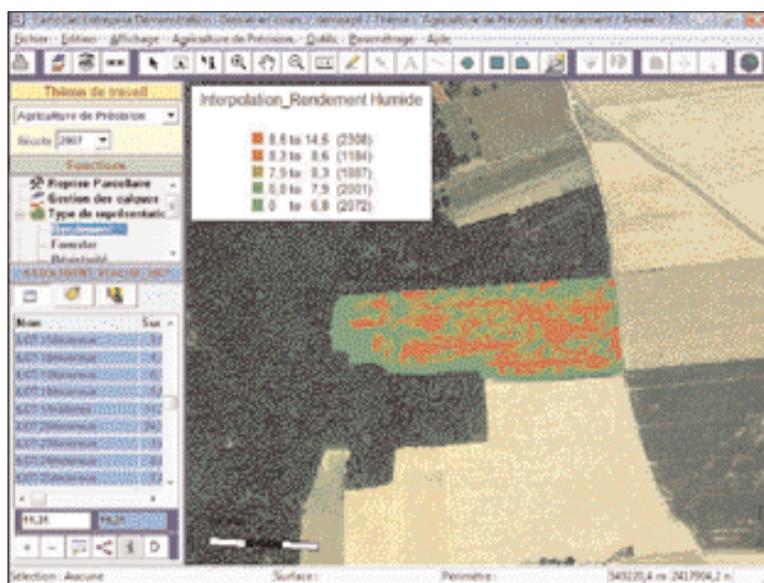
Les outils nomades ne remplacent pas les ordinateurs où se trouve le logiciel de l'exploitation

LE SIG. L'OUTIL CENTRAL DE L'AGRICULTURE DE PRÉCISION

Les SIG (Systèmes d'Informations Géographiques) sont des logiciels informatiques qui permettent la collecte, la manipulation, l'analyse, la modélisation et l'affichage de données à référence spatiale. Adaptés à l'agriculture, ces logiciels vont pouvoir effectuer un certain nombre de tâches qui vont aider l'agriculteur dans la gestion de ses cultures.

Recueillir des informations

On sait que l'intérêt de l'informatique est de traiter un nombre important d'informations dans un temps réduit. Il est donc nécessaire dans un premier temps de recueillir ces données pour que l'ordinateur les utilise. On intègre donc dans le SIG diverses informations : les interventions sur les parcelles, des cartes (photo aérienne, carte de rendement...), images satellites, relevé GPS sur le terrain, etc... Le choix de ces types de données



Superposition du rendement humique sur une orthophoto avec le logiciel Cartociel.

va dépendre de l'analyse que l'on voudra en faire par la suite. Il est donc inutile de collecter trop d'informations si elles ne sont pas utilisées derrière.

Une gestion plus facile de certaines tâches administratives

Le SIG va vous permettre de vous aider dans la gestion d'un certain nombre de tâches. Vous pouvez par exemple définir votre assolement PAC grâce à l'assistant graphique. Vous pouvez également quantifier les productions organiques de votre exploitation et ainsi maîtriser vos épandages. Le logiciel permettra aussi de définir et délimiter vos bandes enherbées pour les nouvelles normes. Il peut en outre assurer un suivi de toutes vos interventions culturales et une visualisation de vos marges par parcelles.

La visualisation intra parcellaire

Le SIG adapté pour l'agriculture de précision permet donc une gestion globale des parcelles, mais il permet aussi une analyse à l'échelle de la parcelle. En effet, on peut visualiser avec le logiciel les variabilités intrapar-

cellaires en superposant divers types de couches. Ces couches sont des images de types raster (photo aérienne, carte état major, cadastre...) ou de types vecteurs (carte de rendement, carte farmsar, carte de résistivité de sol, tracé du guidage GPS...). L'affichage sous forme de carte permet de visualiser très rapidement des zones bien définies. Il est possible ainsi de concevoir des solutions ayant pour but d'augmenter le potentiel avec un souci agro-environnemental. Il est possible ensuite d'exporter des préconisations sous forme de fichiers.

logiciels, le stockage et l'accès des données peuvent se faire de deux façons. L'agriculteur peut choisir d'une part de tout gérer et tout sauvegarder sur son ordinateur personnel par l'intermédiaire d'un logiciel. C'est le cas avec des logiciels comme Cartociel ou Agrimap. Une autre possibilité est d'utiliser un SIG sur internet. Les informations sont ainsi stockées sur un serveur et sont ainsi accessibles via le web. Cette solution, utilisée notamment pour Mes parcelles ou Visioplaine, évite les erreurs de sauvegardes et donne un accès de n'importe quel ordinateur.

A domicile ou par internet

Parmi les différentes offres de

JEAN-BAPTISTE LECLERC

LAURENT CAQUELARD

Interview

M. Dupuis - Société So'néo avec Cartociel, région nord ouest

A quels secteurs d'activités agricoles s'adressent ces logiciels ?

Les logiciels Cartociel et Pleinciel s'adressent aux exploitations de polyculture, Edi'Pa et Edi'Porc aux exploitations d'élevage.

Combien d'agriculteurs travaillent avec votre société ?

Nous travaillons avec environ 12 000 agriculteurs en France et en Belgique. Nous avons un réseau international pour nos solutions d'élevage en production porcine.

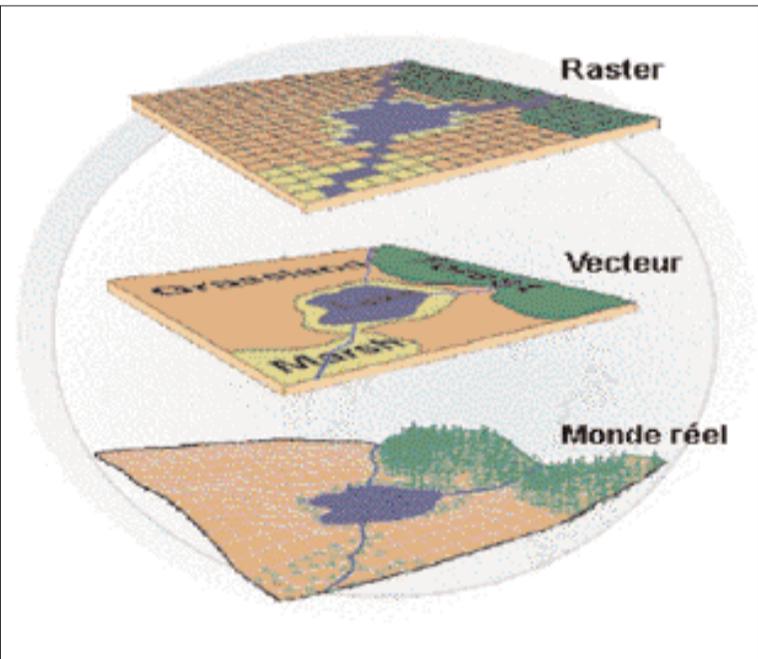
Avec quels types de systèmes d'exploitation peut on

installer ce type de logiciel ?

Ce logiciel est compatible avec tous les OS depuis Windows 98 à Windows Vista. La configuration minimum est un processeur de 1 G hertz avec une mémoire vive de 256 MO (pour windows Vista il faudra prévoir beaucoup plus de mémoire vive).

Pourriez-vous nous indiquer une fourchette de prix pour l'acquisition de ces types de logiciels ?

Le prix varie en fonction des options introduites dans le logiciel allant de 400 € à environ 1 500 € pour un logiciel de cartographie.

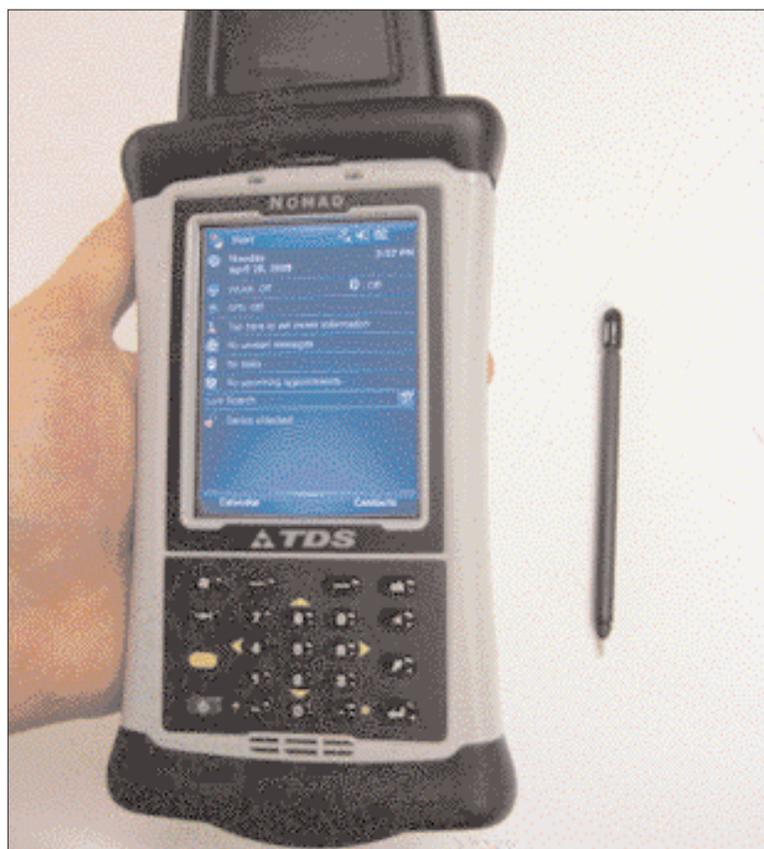


Les différents types de formats SIG.

(voir article SIG). Ils doivent être raccordés à un ordinateur de base pour le transfert d'informations d'une des deux façons suivantes. Soit l'assistant numérique de poche se connecte physiquement à un ordinateur. La mise à jour se fait automatiquement pour l'un et l'autre. Soit l'échange se fait par liaison en temps réel. Le PDA est connecté par liaison téléphonique ou radio pour mettre à jour les informations avec l'ordinateur de l'exploitation ou un site sur internet.

Encore des évolutions à venir

Les fonctionnalités des outils nomades évoluent encore, d'ailleurs de plus en plus de logiciels sont développés pour ce type d'appareil.



PDA durci pour supporter les conditions extérieures.

Interview

Christophe Jeffray, agriculteur à Tournoisis (45), est équipé du logiciel Isamarge et de sa liaison Pocket PC

L'Agri-Pocket ne me quitte plus.

Je le prends systématiquement lorsque je vais faire une intervention au champ ou lors de mes tours de plaine.

Au pied du tracteur, je sélectionne l'intervention que je souhaite effectuer : semis, pulvérisation, épandage, la dose,

le matériel utilisé etc.

Plus besoin de carnet de note, une simple synchronisation le soir au logiciel met à jour l'historique de la parcelle dans Isamarge.

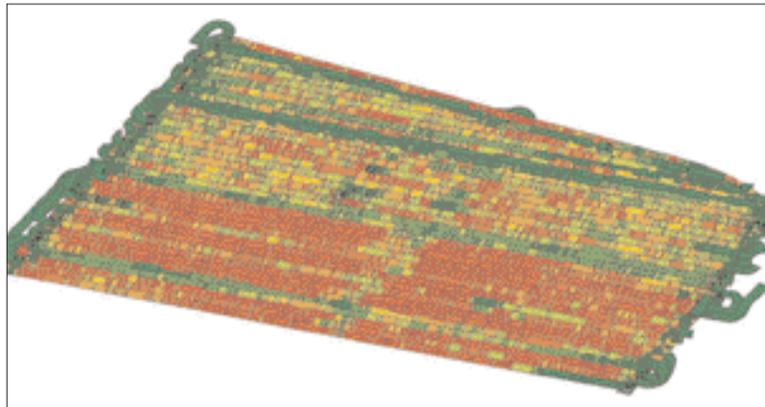
Terminés les doubles saisies et les risques d'erreurs, cet ordinateur de poche a révolutionné mon organisation sur l'exploitation !

La cartographie de rendement. UNE VISUALISATION SORTIE DU CHAMP

L'objectif de la cartographie de rendement est de visualiser les variations de rendement au sein d'une même parcelle, afin de rechercher les causes de baisse de rendement, (maladies, ravageurs, type de sol, fertilisation...).

Matériel nécessaire : un capteur de rendement ...

Pour équiper une moissonneuse-batteuse en cartographie, il faut différents éléments. Il est nécessaire d'avoir d'abord un capteur de rendement. Il existe 3 types de capteur de rendement : le capteur massique, qui est une jauge de contrainte placée sous la trémie. Elle fait la différence de poids à chaque mesure. Le capteur à impact qui lui, est une tôle placée à la sortie de l'élevateur à grains, elle mesure l'intensité de l'impact des grains (fonctionnement similaire aux détecteurs de pertes aux grilles). Le capteur optique, c'est une barre lumineuse qui mesure la hauteur de grains sur les chaînes élévatrices. Il a un taux d'erreur de 1 à 2 % contre 3 à 4 % pour les autres capteurs.



Carte de rendement effectuée sur une parcelle de blé.

...et des équipements complémentaires

Le capteur de rendement est souvent couplé à un capteur d'humidité, et complété par un capteur d'inclinaison. Celui-ci permet de corriger les résultats du capteur de rendement, suivant la pente de la parcelle. Ensuite, placé au niveau du convoyeur, il y a un interrupteur de comptage qui indique à l'ordinateur que la coupe est relevée et donc qu'il n'y a plus de récolte à rentrer. A partir de ce moment, le capteur de rendement ne calcule plus, ce qui per-

met d'avoir des cartes de rendement plus nettes (cela évite les imperfections au niveau des bouts de champ). Puis, il nous faut un système de réception GPS (d'une précision moyenne de 50 cm) pour identifier la moissonneuse dans la parcelle. Un ordinateur de bord qui gère toutes les informations fournies par le capteur. Une carte mémoire qui enregistre toutes les données pour les transférer vers l'ordinateur de l'exploitation qui est muni d'un logiciel de cartographie (voir article SIG).

Un investissement non négligeable

L'équipement d'une moissonneuse coûte entre 7 000 et 10 000 €. On commence à voir des entrepreneurs de travaux agricoles qui proposent ce service lors de la moisson.

Pas de préconisation à partir de ces cartes

Faire une carte de rendement revient à voir les variations au sein de la parcelle une fois la

récolte faite. Ce n'est donc pas un outil pour faire de la modulation (comme on le croit à tort). Cela permet à l'agriculteur de vérifier ses pratiques et de réflé-

chir sur les différentes causes de variations.

ANTHONY COUPRY
MATHIEU PANGUY

Interview

Edouard Chevereau, Société RDS

Selon vous, quels sont les intérêts d'une cartographie de rendements ?

Déjà, l'intérêt principal est de visualiser le rendement et ses variations sur une carte, et de pouvoir ainsi les comparer sur plusieurs années. Mais dans 50 % des installations, nous équipons tout d'abord le capteur de rendement sur la moissonneuse sans la cartographie. Pour l'agriculteur cela permet d'avoir le rendement instantané. Dans un même champ, il peut voir les différences suivant certaines variétés ou suivant différentes expérimentations (fertilisation, application phytosanitaires...). Ensuite, nous installons le système de cartographie pour qu'il enregistre sur la carte mémoire et imprime les cartes de rendement pour mieux s'en rendre compte. Un autre avantage est que

par exemple pour le maïs grain, le capteur de rendement mesure le rendement humide, et le contrôleur peut le transmettre en poids sec ce qui nous permet de connaître le rendement réel livrable. C'est un système d'autant plus intéressant qu'il peut s'adapter à des systèmes de modulations tel que "N-SENSOR", grâce aux données enregistrées sur la carte mémoire.

Mais se système doit-il être installé d'origine sur une moissonneuse-batteuse neuve ?

Non, nous installons tous les équipements de la cartographie soit d'origine sur les moissonneuses neuves mais aussi nous les installons sur des machines d'occasion même assez "vieilles", tant qu'elles ont une cabine pour abriter l'ordinateur de bord contre l'humidité, il n'y a pas de problème.



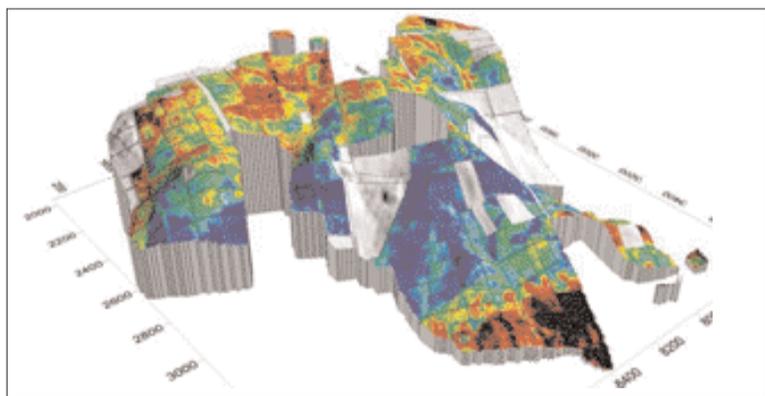
Unité centrale, capteur d'inclinaison et récepteur GPS de chez RDS.

Cartographie de sol. LA RADIOLOGIE DU SOL

La cartographie de sol est un procédé qui consiste à mesurer l'hétérogénéité du sol (potentiel) sur de grandes étendues grâce à la résistivité électrique du sol. Cette technique se développe très fortement en France depuis quelques années. En effet, c'est une technologie qui intéresse beaucoup de personnes et les entreprises qui pratiquent ce principe doivent parfois aller très loin pour faire leurs mesures.

Quels domaines ?

Cette technique est utilisée pour différentes applications comme dans l'agriculture pour l'optimisation des apports d'intrants (modulation), l'irrigation de précision et la reconnaissance des sols. La cartographie est aussi utilisée en viticulture pour cartographier des sols en haute résolution avant l'implantation de vignes ou pour faire des zonages de potenti-



Carte de résistivité en 3D.

tés du sol. Mais elle est également pratiquée pour la cartographie de risques, l'implantation de réseaux (voirie...), détection de cavités, canalisations, etc., suivi de zones de stockage de déchets, carte de ruissellement..., la détection et la cartographie de vestiges.

Un principe électrique

La résistivité électrique est la

mesure du passage du courant électrique (sa facilité de passage) dans le sol. Elle se mesure sur différentes couches, pour mesurer la profondeur du sol sur 3 couches :

- de 0 à 50 cm ;
- de 0 à 1 mètre ;
- de 0 à 2 mètres.

Elle se mesure en Ohm/mètre avec une fourchette de 30 à 900 Ohm/mètre. Plus on approche de

la roche ou zone compactée plus la résistivité est grande. Les zones riches qui possèdent plus d'eau ont une résistivité moins élevée au passage du courant.

La résistivité se mesure grâce à un appareil tracté par un quad équipé de pneus basse pression, pour ne pas être limité par les conditions météorologiques. Cet appareil est composé d'un radar qui envoie tous les 20 cm une information à une électrode qui injecte un courant dans le sol. Il est capté par 3 électrodes situées à 50 cm, 1 mètre, 2 mètres du point d'injection. Cette distance se retrouve sur les différents étages de mesure du sol. Ce courant est transmis à un résistivimètre qui transmet l'information à un ordinateur qui enregistre les données qui sont ensuite utilisées par le SIG ou la modulation. De plus, cet appareil est composé d'un GPS pour localiser chaque mesure sur la parcelle.

Compléter avec une analyse de sol

Ce principe effectue 15 000 mesures par hectare. Ces mesures ne sont qu'une unité, il faut effectuer des analyses de sol sur les différentes zones de couleur pour pouvoir mesurer les caractéristiques du sol. Car nous pouvons avoir des cartes qui peuvent se ressembler sur différentes régions ne possédant pas les mêmes sols, donc ayant des potentiels différents.

Un coût à l'hectare

Cette opération, d'un coût de 60 € de l'hectare environ, n'est réalisée qu'une seule fois, les valeurs trouvées ne sont pas périssables. En effet, la carte représente les caractéristiques du sol de la parcelle qui évoluent très peu.

STEPHANE LE GOFF
DAVID SALLE

Bus CAN. LA TRANSMISSION DE L'INFORMATION ENTRE LE MATERIEL ET LA CABINE

L'agriculture de précision trouve aussi son intérêt dans le principe du Bus CAN. Il a été développé pour éviter les phénomènes d'encombrements en cabine (fils en forme de spaghetti et de multiples boîtiers en cabine) et avoir un maximum d'informations pour le chauffeur. Il permet aussi à l'agriculteur d'obtenir une transmission de données et une reconnaissance immédiate de l'outil en cabine grâce, à la norme ISO 11783, lors du branchement de la prise ISOBUS.

Une origine allemande

Le principe du Bus CAN a été développé par Bosch dans le milieu des années 80, puis amélioré et fiabilisé, puis monté depuis les années 90 sur le matériel agricole.

Une connexion simplifiée

Le Bus CAN (Controller Area Network ou contrôle de réseau local) est composé d'un faisceau principal (colonne vertébrale) et de plusieurs petits composants

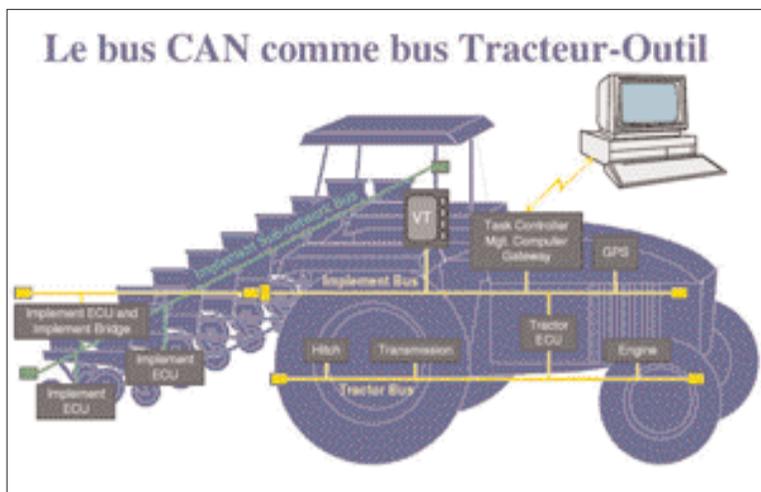


Schéma de principe du Bus CAN.

qui sont reliés à la colonne : des capteurs, des ECU (Electronic Control Unit), antenne GPS... Les différents matériels (tracteur et outil) sont chacun composés de leurs faisceaux. La connexion de ces deux faisceaux électriques se fait à l'aide d'une prise ISOBUS, maintenant normalisée chez tous les constructeurs depuis quelques années. Grâce à ce système de connexion on obtient immédiatement sur la

console en cabine toutes les informations nécessaires à l'utilisation de cet outil, d'où auparavant, la nécessité d'installer un autre boîtier en cabine. On peut maintenant faire tous les réglages à partir de la console.

Le transfert de données normalisé

Le faisceau principal est composé de deux fils, entre ces deux fils il y a une variation d'intensité qui crée une transmission de données par codage binaire. Grâce à ce système de transfert de données, on peut effectuer tous les réglages nécessaires au matériel, que se soit sur l'outil ou sur le tracteur; exemple sur un pulvérisateur : réglage du débit, taille des gouttes, types de buses, hauteur de rampe...

De multiples avantages

Le principe du Bus CAN présente une multitude d'avantages :

- moins de fils en cabine ;
- toutes les informations du

matériel sont concentrées sur un boîtier qui est intégré dans l'habitacle ;

- facilité d'utilisation lors du travail ;
- enregistrement des travaux réalisés lors d'une journée sur une carte mémoire ;
- possibilité de régler le matériel à partir de la carte mémoire à l'aide d'un ordinateur.

Le prix d'installation sur

un matériel d'occasion est assez cher. Il est préférable d'attendre le renouvellement de matériel pour s'équiper car les tracteurs sont maintenant pré-cablés (option). Il ne reste alors qu'à acheter la console et avoir le matériel compatible ISOBUS.

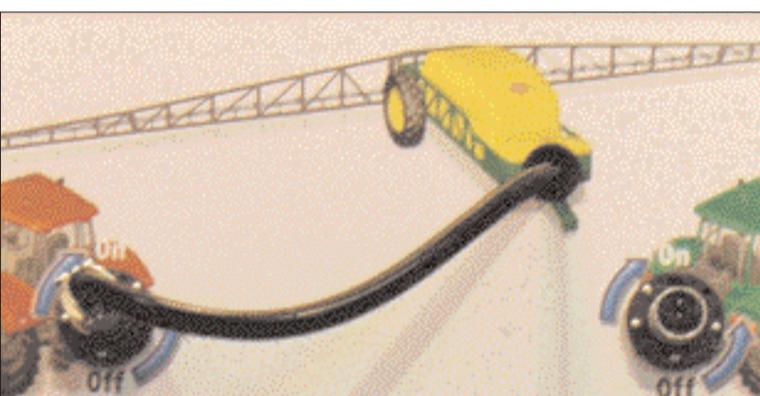
ANTOINE GUEROT
SYLVAIN BOUCHET

Le Bus de communication chez John Deere

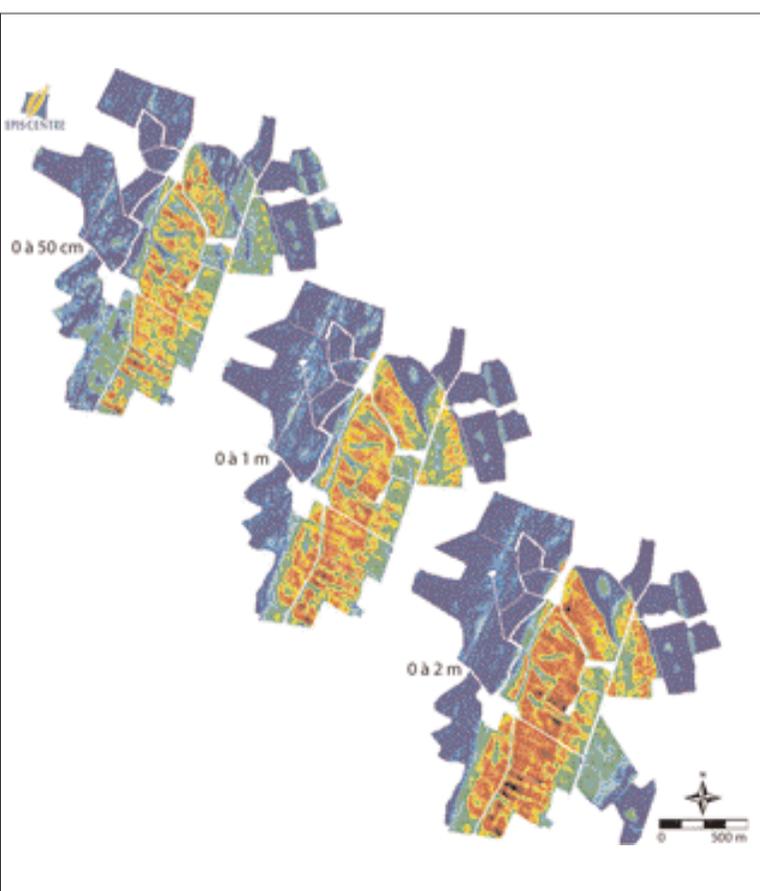
Mathieu Defontaine Société Ruaux (John Deere)

"Le Bus CAN est apparu chez John Deere depuis 1992 sous la forme de communication CCD. Il est développé depuis pour toutes les nouvelles applications. Environ une dizaine de matériels de la gamme John Deere sont équipés. Les tracteurs ISOBUS sont compatibles avec toutes les machines utilisant la même norme ISO 11783. Vous pourrez regarder les informations de compatibilité sur le site : <http://www.isobus.net/> La console GSD2600 apporte d'autres fonctionnalités : guidage (manuel ou automatique), l'enregistrement des travaux réalisés, la modulation de dose, l'arpentage. Le Bus CAN

permet la communication entre la console et des machines équipées (John Deere ou non) avec la norme ISO 11783. Le coût d'un tel équipement : Faisceau, console GSD 2600 ou GSD 2100 4 800 € à 5 400 € pour tout matériel "d'occasion" JD ou non. Pour un équipement d'usine, il faut compter 1 000 € pour faisceau + console du 6230 au 7530 ; il est inclus dans le prix de base du 7730 au 9530. L'intérêt d'avoir du matériel d'occasion équipé de l'ISOBUS sera proportionnel aux ventes de tracteurs équipés eux-mêmes de cette technologie".



Grâce à la connexion ISOBUS, la prise est normalisée et le branchement se fait simplement.



Carte de résistivité du sol ; pour différentes profondeurs.

Interview

Jean-Marc Vallet - Entreprise Géocarta

Quels sont les services que vous proposez ?

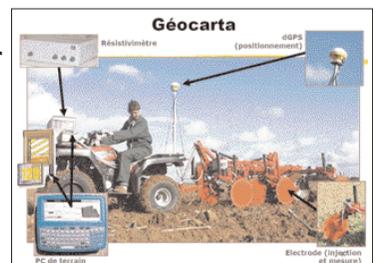
Nous proposons un service de cartographie géophysique des sols pour les agriculteurs. Nous avons une activité plus large en archéologie, en environnement. Nous sommes en quelque sorte des radiologues du sol et nous travaillons pour fournir des images à très haute résolution pour les agronomes.

Dans quel but faire une cartographie de sol ?

Nous proposons aux agriculteurs de tirer partie de l'hétérogénéité de leur sol. En effet, pourquoi mettre la même quantité d'intrants partout (semences, engrais, produits phyto...) ? Comment économiser en mettant une dose adaptée au potentiel du sol ?

La question devient donc : sur quel raisonnement moduler ses intrants ? La réponse est agronomique. Par exemple, tel type de sol est peu profond avec peu de réserve utile. L'agronome vous dira que l'on peut avoir une densité de plante moindre car il n'y a pas d'eau, donc de diminuer la densité de semis.

Dans tel autre sol, il y a un fort potentiel mais là-aussi, l'agronome vous dira qu'il y a un fort potentiel de tallage donc que l'on peut aussi diminuer la densité de semis ! La teneur en fumure de fond dépend de l'historique de la parcelle, des apports et des prélèvements zones par zones. Tous ces exemples montrent qu'il est indispensable de pouvoir cartographier précisément ses sols pour pouvoir agir zone par zone. Et c'est le rôle de Géocarta. Fournir une connaissance très précise des différentes zones de sols homogènes. Par exemple, en Champagne Berrichonne chez Epis Centre, la demande est de cartographier des zones superficielles (0 à 40 cm), moyennes (40 à 80 cm) et profondes (supérieures à 80 cm).



Quad en train d'effectuer une mesure de résistivité.

GPS. LES TRAVAUX AGRICOLES DIRIGES PAR LE GUIDAGE GPS

Le guidage par GPS a été adapté à l'agriculture car il permet une aide à la conduite intéressante. Loin d'être un gadget, il tend à se développer de plus en plus. Mais suivant les travaux à faire (épandage, pulvérisation, semis, binage...), il convient de bien choisir l'équipement qui correspond à vos besoins.

Une conduite avec assistance

La première façon de faire du guidage GPS est d'utiliser ce que l'on appelle les "barres de guidage". Il faut à chaque utilisation effectuer un premier passage dans la parcelle avec le récepteur GPS. On enregistre ainsi une bande de travail suivant la largeur de l'outil. Il suffit ensuite de suivre les indications du boîtier pour la trajectoire du tracteur. Ces indications peuvent être sous la forme de diodes situées en cabine ou sur le capot, ou alors de suivre une flèche sur un écran. Ces équipements sont interchangeables d'un tracteur à un autre et sont relativement peu onéreux (1 500 à 5 000 €). L'assistance au guidage permet



Pas besoin de traceur pour le semis en autoguidage.



Vue de deux écrans de console de guidage.

d'éviter de jalonner et limite les recouvrements. Cependant il contraint le chauffeur à garder une certaine concentration sur l'écran et n'est pas adapté à des travaux qui demandent de la précision.

Plus besoin de toucher le volant

L'autoguidage est l'autre façon d'utiliser le guidage GPS. Ici plus besoin de suivre des indications sur un écran, la console du tracteur le gère à votre place. Deux solutions sont possibles pour en être équipé. La première est d'utiliser un guidage avec asservissement au volant.

L'autoguidage se fait avec un système de molette qui se fixe sur le volant ou avec un système de courroie qui se prend sur la colonne de direction.

L'équipement est interchangeable d'un tracteur à un autre en un quart d'heure environ et peut aussi être installé sur une automotrice. Son coût avec la console varie de 10 000 à 15 000 €. La deuxième solution est d'installer un guidage avec asservissement hydraulique. Le branchement se fait en parallèle de la direction hydraulique et permet au chauffeur de reprendre

la conduite quand bon lui semble. Le guidage se fait de façon plus précise, mais l'installation reste assez onéreuse (20 000 à 30 000 €). Il faut noter que désormais certains constructeurs proposent des tracteurs prééquipés en asservissement hydraulique.

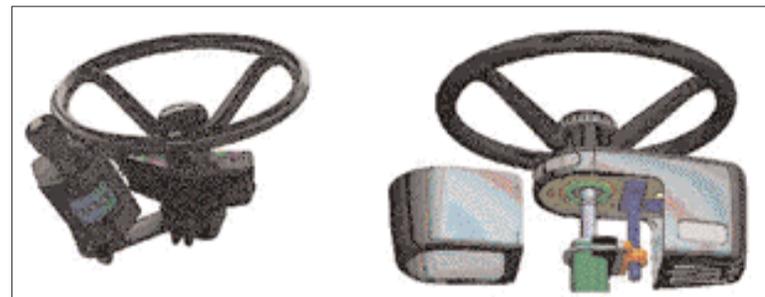
Le choix du signal donne la précision

La précision du guidage est conditionnée par le type de guidage, la qualité du récepteur, mais surtout par le choix du signal associé. Le GPS seul n'a qu'une précision de 10 à 15 mètres. Il existe heureusement d'autres formules pour améliorer cette précision. On peut d'abord utiliser des satellites qui apportent une correction gratuite (EGNOS, SF 1 et OMNISTAR VBS). Plutôt utilisées pour de l'assistance au guidage, ces corrections donnent une précision métrique. Il est possible ensuite de souscrire à un abonnement pour utiliser une correction satellite payante (SF2 et OMNISTAR HP) apportant une précision décimétrique. Autre possibilité, le signal RTK apporte une précision absolue centimétrique grâce

à l'installation d'une balise sur l'exploitation. Enfin, une autre solution récente existe par l'intermédiaire du réseau de téléphonie mobile. Proche du RTK

en précision, celui-ci nécessite par contre un abonnement.

MORGAN PINCEAUX
JEAN LOUIS DECAEN



Un asservissement sur le volant (par molette ou chaîne) qui peut se mettre sur tous les tracteurs.

Interview

Xavier Chabane - Société Latitude GPS (revendeur Trimble)

Quels arguments mettez-vous en avant pour l'équipement d'un guidage GPS ?

La réduction des chevauchements due au guidage GPS permet de diminuer la consommation de carburant et de diminuer la quantité d'intrants. On est gagnant financièrement en travaillant plus vite. En autoguidage il faut ajouter que le chauffeur peut travailler plus longtemps en toutes conditions en limitant les erreurs. L'attention porte plus sur l'outil et moins sur la

conduite.

L'autoguidage ne peut-il pas être dangereux ?

Non car il y a un système qui vérifie que le chauffeur ne s'est pas endormi ! En cas de non réponse du chauffeur, le tracteur se met à faire des ronds dans le champ.

Va-t-on vers des tracteurs sans chauffeurs ?

Juridiquement ce n'est pas possible en ce moment. Mais on va vers une automatisation de plus en plus importante des tâches du chauffeur.

La modulation de doses. "APPORTER A LA PLANTE LA BONNE

La modulation consiste à faire varier à l'intérieur d'une parcelle, les densités de semis, les apports d'engrais et les traitements chimiques. En colza, elle peut générer une augmentation de la marge

brute de plus de 50 € par hectare. "50 % des parcelles devraient être modulées", c'est ce que montre une étude Farmstar, principal fournisseur de carte de préconisation (voir article télédétection).

La modulation en temps réel

La modulation directe ou modulation en temps réel vise à effectuer des mesures sur la parcelle, des analyses et des calculs

de doses à apporter au cours d'un seul et unique passage. Un système adapté permet la récolte d'informations grâce aux capteurs situés à l'avant et à l'arrière du tracteur, ensuite ce système analyse ces informations et se charge d'agir directement sur le matériel pour moduler les doses (si la plante est en manque d'azote, donc de couleur jaune, le système capte cette couleur jaune et augmente la dose d'azote, si au contraire la plante est verte, la dose d'azote se verra diminuée). Ce système s'appelle le N-sensor. Il est adapté seulement pour la modulation des apports azotés. Il évite ainsi les endroits sous-fertilisés et sur-fertilisés dans une parcelle.

Pour ce faire, l'agriculteur va utiliser une carte de préconisation. Cette carte a pour but de mettre en évidence les différents besoins de la plante en fonction de sa situation géographique.

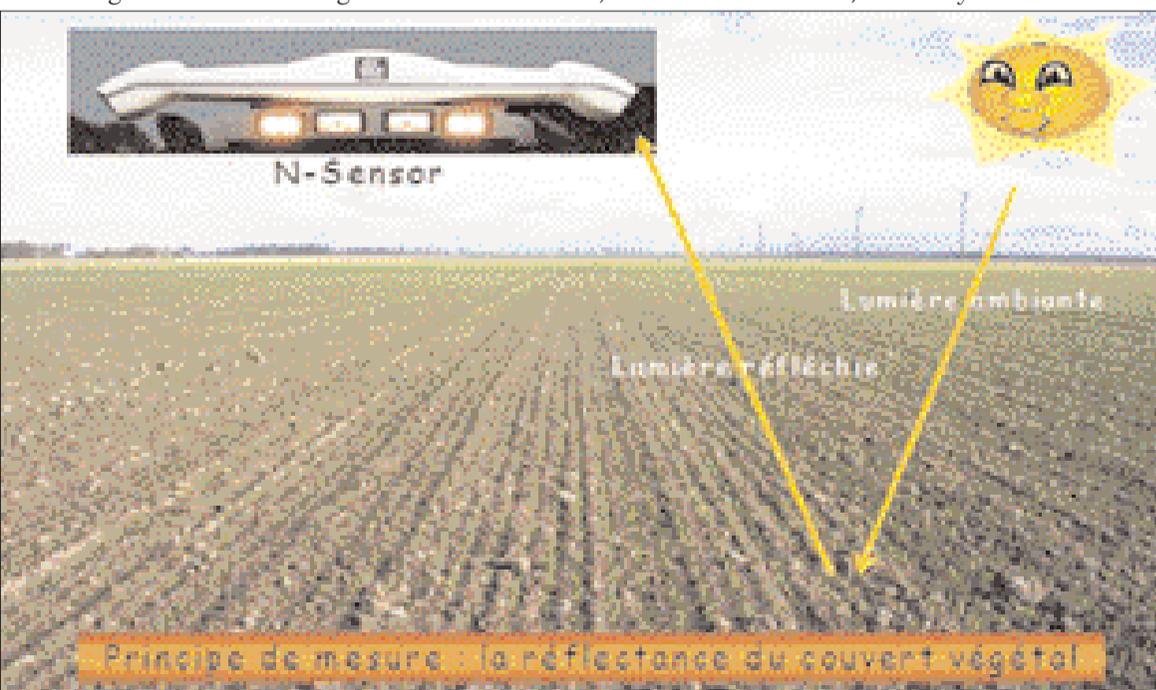
Mais aujourd'hui grâce à la démocratisation du GPS la modulation peut se faire tout à fait automatiquement puisque la position du tracteur dans le champ est repérée par des satellites.

Quel matériel utiliser ?

Aujourd'hui, presque tous les matériels sont compatibles avec la modulation. Différents constructeurs comme Amazone, Boggalle, Hardi, Sulky, John Deere ou Vicon proposent des épandeurs d'engrais, des pulvérisateurs ou des semoirs équipés de boîtiers électroniques permettant la modulation.

Des conséquences pour l'environnement

Les retombées attendues concernent l'environnement (limitation des surdosages).



Modulation en temps réel avec le N sensor.

Farmstar. LA TELEDETECTION AU SERVICE DES CULTURES

L'utilisation de la télédétection en agriculture s'est beaucoup développée en France grâce à Farmstar, un service d'aide à la conduite des cultures via les images satellites. L'objectif est d'adapter les pratiques agricoles à la situation réelle de chaque parcelle : estimer le potentiel de rendement en cours de saison, les besoins azotés des cultures, les risques de verse et maladies...

Un objectif économique

Le but de ce service est de fournir aux agriculteurs des données précises sur la quantité d'azote à fournir à la plante.

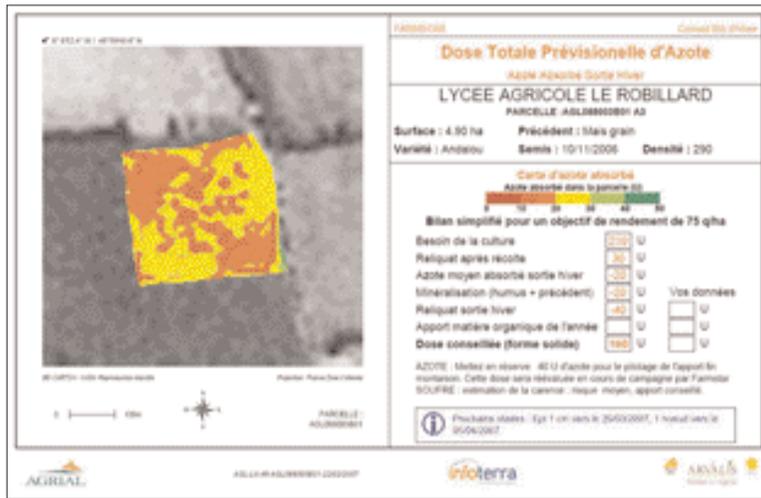
De nombreux agriculteurs utilisent des quantités bien supérieures ou inférieures d'azote par rapport à ce dont la plante a besoin. Les économies d'azote permettent d'amortir le service. Cette économie est plus flagrante sur la culture du colza et l'est d'autant plus grâce à la hausse des tarifs des amendements.

On utilise les rayons réfléchis par les plantes

Le principe de la télédétection est d'utiliser la réflectance des plantes variable suivant le spectre de la lumière. On peut ainsi déterminer la teneur en chlorophylle et l'indice foliaire de la plante, c'est-à-dire la quantité de feuillage sur un carré. Les rayons réfléchis par les plantes sont captés à partir du satellite Spot et analysés par la suite à l'aide de modèle agronomique.

Seulement certaines cultures concernées

Le service Farmstar s'applique



Voici un exemple de carte de préconisation azotée sur le blé. Spot assure 4 prises de vue par saison.

sur le blé, l'orge et le colza, voire d'autres cultures comme le maïs et la betterave dans certaines régions. Dans un premier temps, l'agriculteur doit fournir un certain nombre d'informations : localisation des parcelles, type de culture, dates de semis, de densité de semis, variété, type de sol etc... L'agriculteur reçoit ses cartes de préconisation par courrier et mail aux mois de mars et avril pour le blé, février pour le colza et février mars pour l'orge. Les préconisations portent sur le risque de verse et la quantité d'azote à apporter. La préconisation azotée peut être utilisée comme une indication globale où on peut prendre en compte l'hétéro-généité de la parcelle.

Un service en plein développement

Le coût de la préconisation varie en fonction des surfaces engagées et de la culture mise en

place. La forte demande du service a engendré une baisse des prix. Les prix se situent aux alentours de 5 à 7 € par hectare selon les contrats. Ce service est commercialisé aux petites comme aux grandes exploitations qu'elles soient d'élevages ou céréalières. Selon les responsables d'Agrial qui commercialise le service en Basse-Normandie, la taille minimale des parcelles doit être de 5 ha. La modulation des préconisations est peu exploitée, la simple dose préconisée par farmstar suffit pour épandre de manière efficace, car souvent les parcelles sont homogènes. Depuis la sortie du service Farmstar en France en 2001, les ventes n'ont cessé d'augmenter. Aujourd'hui les abonnements couvrent environ 350 000 hectares.

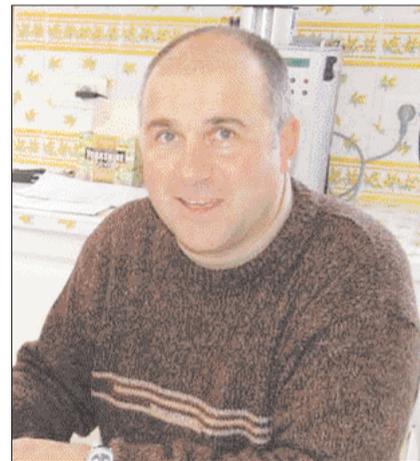
FRANCOIS LABORDE
GUILLAUME FRESNARD

Témoignage

70 % de l'exploitation pilotée par Farmstar

Partant du constat qu'aucune de ses parcelles n'était homogène (limons plus ou moins profonds, présence de cailloux, minéralisation de l'azote plus ou moins forte...), Jean-Marc Leroy a testé Farmstar sur la campagne 2004. "Le satellite a l'avantage de fournir des photos par zone de 20 m x 20 m. Elles sont modélisées et surtout interprétées en fonction de l'écartement, de la densité et de la date de semis. Cette interprétation nous apporte un conseil de fertilisation azotée à la parcelle mais aussi et surtout par zone homogène de la parcelle : c'est là le véritable atout de Farmstar". Pour Jean-Marc Leroy, Farmstar est à la fois un atout environnemental et économique. "Farmstar me permet d'apporter la bonne dose d'azote au bon endroit, et cela sans équipement particulier. Grâce à Farmstar, la modulation de l'azote dans la parcelle est plus facile et donc rentable. Cette

optimisation permet notamment d'éviter la verse par surfertilisation". Il exploite de manière très simple ces photos. L'échelle étant mentionnée, il trace sur la photo imprimée les trains de tonne, lui permettant ainsi de moduler de manière efficace et peu coûteuse son apport d'azote. Farmstar peut fournir un support d'information contenant les coordonnées GPS pour les matériels équipés du système, permettant une modulation plus fine mais occasionnant des surcoûts.



J.-M. Leroy, agriculteur à Marbeuf (27), a testé l'outil en 2004. En 2005, 70 % de son exploitation est pilotée par Farmstar.

DOSE D'INTRANTS, AU BON MOMENT ET AU BON ENDROIT"

Des conséquences pour l'environnement

Les retombées attendues concernent l'environnement (limitation des surdosages),

l'agronomie (homogénéisation de la culture : moins de zones de verse, taux de protéines moins variable, résistance supérieure aux maladies...) et l'économie

d'intrants (diminution de 3 % en général de la dose totale appliquée).

Une étude de Farmstar montre que la modulation permet aux agriculteurs, à la fois, d'économiser des engrais, d'augmenter les rendements et la qualité des produits mais aussi de participer à la préservation de l'environnement. Dans 70 % des cas, Farmstar a permis aux agriculteurs de réduire leurs doses d'azote d'environ 10 à 15 kg par hectare par rapport à leur pratique habituelle. Sur le blé, le gain est d'environ quelques dizaines d'euros par hectare, pour le colza le rendement se voit augmenter de 1.9 quintal par hectare avec une diminution d'azote de 30 unités par hectare, ce qui représente un supplément de marge brute de 53 euros par hectare.

THIBAUT GUILMIN
JULIEN ROCQUAIN

Interview

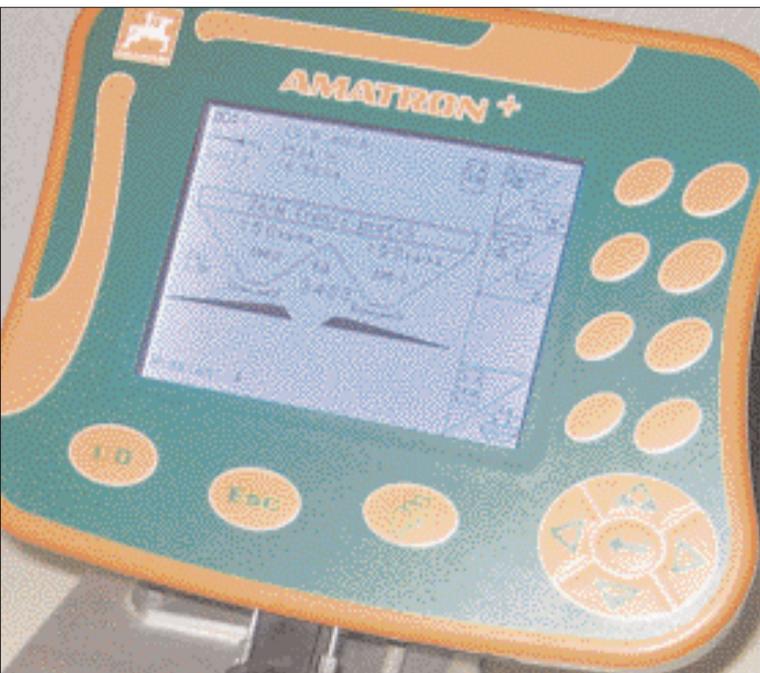
Emmanuel Lévêque, chef de produits chez Amazone

Depuis 1997, date à laquelle Amazone a reçu une médaille au Sima pour son premier épandeur compatible GPS, la vente de ces épandeurs n'a cessé de croître pour diverses raisons.

Il n'y a pas de surcoût entre un épandeur classique et un épandeur pouvant moduler dans le sens où tous les épandeurs qui ont un Débit Proportionnel à l'Avancement (donc un boîtier électronique en cabine), qu'ils soient ou non équipés de la pesée en continu, sont capables de moduler manuellement ou automatiquement. Ainsi, si on prend une base

d'épandeur totalement mécanique, le surcoût minimum pour moduler est le coût du système DPAE (qui apporte aussi d'autres avantages que simplement pouvoir moduler) qui est d'environ 2 000 €.

Mais si on prend comme base un épandeur à pesée, il n'y a pas de surcoût. Pour moduler automatiquement, il faut bien sûr un système qui va gérer les cartes d'application et le repérage dans les parcelles. Ce système n'est pas commercialisé par Amazone. De multiples compatibilités existent.



Le boîtier de modulation de chez Amazone.