

L'AGRICULTURE

Sylvain LABBE

Directeur du centre de Montpellier, IRSTEA

Je travaille au centre de recherche IRSTEA, Institut national de recherches en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture. A la base, je suis enseignant chercheur et pas vraiment agriculteur. Je vais donc plutôt vous parler de recherche pour l'agriculture et de ce que l'on peut espérer faire avec les drones dans ce domaine. L'IRSTEA est un centre de recherche qui travaille principalement sur l'eau, l'environnement, les risques, l'agronomie. Je travaille au centre de Montpellier dans un bâtiment appelé « la Maison de la télédétection » où nous travaillons depuis plus de vingt ans sur des images satellites, des images aériennes, et depuis plus d'une quinzaine d'années sur des images de drones.

Je ferai d'abord un rappel sur ce que l'on peut faire avec de l'aérien et de l'agriculture en termes de charge utile, puis évoquerai quels capteurs vont pouvoir être utilisés, notamment sur les drones, quels traitements de données sont nécessaires, et les besoins et les tendances à moyen et long terme.

J'ai utilisé une image tirée du film « La mort aux trousses » d'Alfred Hitchcock qui date de 1959 et qui montre que l'agriculture utilise les moyens aériens depuis bien longtemps pour l'épandage de produits phytosanitaires, et dans certains pays les cultures sont même faites massivement par avion, comme en Guyane, par exemple, où le riz est semé par avion ainsi que tous les produits phytosanitaires. L'imagerie est également utilisée depuis longtemps dans le domaine de l'agriculture, et les premières images utilisées pour faire l'inventaire forestier national datent de 1962. A partir de 1970, on a commencé à beaucoup utiliser la photographie infrarouge. Je précise que c'est du proche infrarouge émis par le soleil et non pas l'infrarouge thermique utilisé sur les voies ferrées.

L'imagerie pour l'agriculture est donc utilisée depuis plusieurs dizaines d'années, depuis le premier satellite SPOT lancé en 1986, et avant lui, le premier satellite civil américain Landsat lancé en 1972. A la fin des années 70 et au début des années 80, on commençait à réfléchir à l'utilisation des images satellites pour l'agriculture, et des services se sont développés à partir de ce type d'images pour faire du conseil à la fertilisation, par exemple, pour estimer des dégâts. Avec l'imagerie numérique, nous avons depuis quelques années des opérateurs aériens qui proposent des services depuis des petits avions pouvant couvrir des surfaces relativement importantes. En viticulture, par exemple, on est capable d'évaluer la vigueur de la vigne, la quantité de biomasse, et la présence éventuelle de maladies.

Dans l'agriculture, les besoins sont particuliers car pour bien évaluer la plante et voir si elle fonctionne correctement, il faut la regarder au-delà du visible, dans toutes les longueurs d'ondes, depuis l'ultraviolet jusqu'au visible, au proche infrarouge, moyen infrarouge, infrarouge lointain, infrarouge thermique pour mesurer la température des objets. Dans chaque longueur d'ondes, on va pouvoir faire

différentes mesures. Certains champignons, par exemple, vont bien se repérer aux ultraviolets ; dans le visible, on va pouvoir mesurer l'activité chlorophyllienne, le proche infrarouge va nous donner une idée de la biomasse de la végétation, le moyen infrarouge de son contenu en eau, l'infrarouge thermique de sa température. L'agriculture a des besoins beaucoup plus fins, nécessitant des capteurs spécifiques.

J'ai pris l'exemple de parcelles expérimentales de canne à sucre à la Réunion où sont testées différentes variétés, différentes quantités d'engrais, différents types d'irrigation. Dans le visible, on constate des différences de couleur, mais sans en tirer beaucoup d'informations. On utilise beaucoup le proche infrarouge pour la végétation qui donne une idée de la quantité de biomasse. L'infrarouge thermique donne une idée de la température de la plante. Quand il fait chaud, la plante transpire, elle évapore de l'eau, et elle est donc plus fraîche. Une plante qui fonctionne bien va être plus fraîche que l'air alors qu'une plante qui manque d'eau va chauffer, elle ne parvient pas à transpirer et elle va souffrir. On repère assez facilement les endroits irrigués ou pas, et ce n'est pas aussi net qu'on le souhaiterait. Il y a des débordements, de l'eau qui circule dans la parcelle. A partir de là, on peut calculer différents indices. Un indice couramment utilisé depuis plus de vingt ans en agriculture est ce que l'on appelle un indice de végétation, le plus courant étant le NDVI, indice normalisé de végétation qui permet d'estimer la biomasse.

Un autre exemple sur une plantation de palmiers à huile en Indonésie. A Sumatra, on a des palmiers à perte de vue, et beaucoup de choses sont faites par l'aérien, de gros monomoteurs à turbine font des rotations, chargeant en une fois une tonne et demie d'engrais qu'ils vont larguer en quelques secondes. Là aussi, on peut travailler à partir d'images aériennes ou satellites sur ces grandes plantations pour évaluer un indice de végétation qui va montrer le rendement et permettre d'identifier là où des arbres manquent.

En termes d'observation aérienne pour l'agriculture, les applications qui existent depuis plusieurs années permettent plutôt d'évaluer de la biomasse et, à partir de là, de faire du conseil en fertilisation, et donc de faire de la mesure de rendement, de détecter des anomalies, de faire des évaluations de dégâts, ou bien de faire du traitement aérien, où la situation est un peu différente puisqu'il est interdit en Europe. On a le droit d'épandre de l'engrais, mais on n'imagine pas charger une tonne et demie depuis des drones. En revanche, c'est interdit pour les produits phytosanitaires, sauf dérogation, mais les dérogations deviennent de plus en plus rares. En France aujourd'hui, seulement deux cultures font l'objet de dérogation, à savoir le riz, essentiellement en Guyane, et la vigne.

Quelle peut être la place des drones dans cet univers ? Les trois-quarts des opérateurs sont regroupés au Japon où beaucoup de drones sont utilisés pour l'agriculture. On trouve, par exemple, le Rmax qui pèse une centaine de kilos, pouvant embarquer dix à quinze kilos de charge utile et pouvant faire de la pulvérisation. Ce pourrait être un gros marché parce que l'on pourrait faire de la pulvérisation de précision ne mettre du pesticide qu'à certains endroits. Le législateur européen a considéré que dans le cadre de l'épandage aérien, on ne maîtrisait pas la dérive du produit phytosanitaire et il a préféré protéger le citoyen et l'environnement avant de protéger la plante. Alors que dans d'autres pays dans le monde, c'est très largement utilisé par drone et par avion.

Je vais essentiellement parler des drones pour l'observation. En agriculture, on a besoin de regarder la végétation dans des bandes spectrales un peu particulières

et d'être capable de traiter ces données. En 2005, à Toulouse, nous avons utilisé un drone sur des parcelles expérimentales de l'Inra. Le drone va être un plus car on est sur des petites parcelles de trois mètres sur un mètre. Le drone est capable de voler plus bas, donc de produire des images plus précises, il est plus facile à mobiliser. Sur ce type de parcelle agricole expérimentale, nous avons un marché de niche pour les drones.

La difficulté est que l'on n'a pas vraiment aujourd'hui de capteurs dédiés au drone pour l'agriculture, et on est souvent amenés à dériver des capteurs des appareils photos, des petites caméras thermiques, à les modifier, les triturer pour arriver à avoir ce que l'on veut. Ce qui aboutit à des capteurs qui ne sont pas forcément adaptés, qui n'ont pas l'intelligence requise, qui ne répondent pas exactement à nos besoins. De plus, on est obligé de mettre plusieurs capteurs à la fois. Ensuite, il faut être capable de traiter les données, être capable de déterminer quelle quantité d'azote ou de pesticide mettre à tel endroit. Ce n'est pas une photo, mais un endroit où tous les points sont bien localisés. Il faut donc être capable de redresser l'image, de corriger tous les défauts de la mesure, de superposer les différentes bandes spectrales, de mosaïquer toutes ces images, ce qui devient difficile dès que l'on travaille avec des résolutions très fines. Au-delà du télé-pilotage, l'on doit être capable de faire des plans de vol sur les parcelles, de passer au bon moment, de faire un peu de géomatique, de la photogrammétrie, d'additionner toutes ces données, d'avoir aussi des connaissances en agronomie, savoir ce que l'on mesure, à quel moment on le mesure.

Des développements intéressants sont faits actuellement. Un exemple de ce que propose la société Airinov qui a un vecteur bien abouti pour faire du conseil en fertilisation, mais que faire ensuite de cette carte ? L'agriculteur doit avoir les moyens de faire un traitement différencié, ce qui veut dire un tracteur avec un GPS, un système capable d'adapter la dose d'engrais, et donc cela devient très compliqué.

Quelles sont les attentes des utilisateurs ? D'abord, y trouver un avantage économique. A l'heure actuelle, un traitement coûte à un agriculteur entre 20 et 50 Euros l'hectare. Si l'on propose de faire quelque chose à 10 Euros l'hectare avec un drone, il faut apporter une économie importante, il faut mobiliser à la demande, il faut que ce soit fait au bon moment, sachant qu'avec l'agriculture, c'est toujours de la gestion de crise. Et une intégration doit être faite depuis le drone, le capteur, le traitement de données, jusqu'au tracteur. La surface agricole utile en France représente 27 millions d'hectares et donc à 10 Euros l'hectare, même si on ne fait que 10%, par exemple, de la surface, cela représente déjà un petit marché.

Il faut penser que sur ce marché nous sommes quand même en concurrence par rapport à tout ce qui peut être fait sur le terrain, l'avion et le satellite, et le drone ne doit pas être présenté comme une réponse à tout. En revanche, le drone peut avoir un avantage concurrentiel dans la mesure où il apporte des choses qu'il est impossible de faire par avion ou sur le terrain. Il est capable de voler très près et de faire des images très fines. Aujourd'hui, faire des images à cinq ou dix centimètres par avion en volant à 500 ou 1 000 mètres d'altitude ne pose pas trop de problème. J'ai travaillé sur un programme européen dont l'objectif est de lancer un drone capable de faire une image destinée à trouver les mauvaises herbes, et d'avoir ensuite une flotte de robots pour traiter les mauvaises herbes, éventuellement les arracher, les brûler. La résolution des images est d'un centimètre. On a des techniques destinées à aller plutôt chercher ce qui est en dehors du rang, des algorithmes encore un peu compliqués, pas encore très démocratisés. Une parcelle

d'une centaine d'hectares à un centimètre signifie manipuler plusieurs centaines de giga-octets rien que pour une acquisition. Il faut que le drone soit capable de les prendre, que vous soyez capable de les traiter au sol, que les calculs ne prennent pas trois jours, pour rapidement envoyer le tracteur derrière.

Il est nécessaire de développer de nouveaux capteurs, d'améliorer l'autonomie, développer de nouveaux algorithmes, être capable de traiter de grandes masses de données. Donc un gros potentiel, mais beaucoup de travail encore pour la recherche.