



spotifarm
le tour de plaine

LIVRE BLANC

L'AGRICULTURE

DE PRECISION



SOMMAIRE

INTRODUCTION

AGRICULTURE DE PRÉCISION, DE QUOI
PARLE-T-ON ?

HÉTÉROGÉNÉITÉ INTRA-PARCELLAIRE,
LA COMPRENDRE ET LA MESURER

ACQUISITION DE DONNÉES,
DE NOMBREUX OUTILS À DISPOSITION

Téledétection et Proxidétection

Les analyses de sol et les cartes de conductivité

Les cartes de rendement

Une agriculture de plus en plus connectée

Les capteurs de biomasse

Les drones

Les images satellites

Tableau comparatif de tous ces outils

FOCUS SUR L'IMAGERIE SATELLITE
FONCTIONNEMENT ET INDICES

p.4

p.5

p.8

p.12

p.22

EN PRATIQUE, COMMENT MODULER ? p.27

ÉQUIPEMENTS ET INVESTISSEMENTS :
COMBIEN ÇA COÛTE ? p.34

4 outils indispensables pour moduler

Le logiciel

L'antenne GPS

La console de guidage

La norme Isobus

Pour les engrais solides

Pour les engrais liquides et les produits phytosanitaires

Des solutions plus accessibles

POURQUOI SE LANCER ? INTÉRÊTS
ET RENTABILITÉ ÉCONOMIQUE p.45

SOURCES

p.50

À propos de spotifarm

le tour de plaine

Créé en 2019, Spotifarm est un **Outil d'Aide à la Décision** web et mobile qui utilise l'imagerie satellitaire pour aider les agriculteurs et les techniciens à suivre les cultures, à détecter un problème au sein d'une parcelle et à moduler les intrants. Le tout dans une **interface simple et facile à prendre en main**.

Quelques chiffres...



+ 7 000
agriculteurs



550 000
hectares



115 000
parcelles

En savoir plus ?

Essayez gratuitement

ou contactez-nous

 **03 44 06 71 77**

 contact@spotifarm.fr



spotifarm
le tour de plaine

INTRODUCTION

Systèmes GPS, satellites, capteurs embarqués, drones, robotique, OAD, logiciels... l'Agriculture de Précision englobe de nombreuses technologies pas toujours évidentes à appréhender pour les agriculteurs.

L'objectif de ce livre blanc est d'éclairer les agriculteurs désireux de se lancer dans cette démarche et de les aider à bien appréhender les concepts et les outils à leur disposition.

“ *L'agriculture de précision est une stratégie de gestion qui tient compte de la variabilité temporelle et spatiale pour améliorer la durabilité de la production agricole.* **”**

Définition de l'Agriculture de précision proposée par l'ISPA

Grâce à ces outils, les agriculteurs peuvent **augmenter leur productivité, optimiser leurs interventions et améliorer leur confort de travail.**

Partie 1

Agriculture de précision

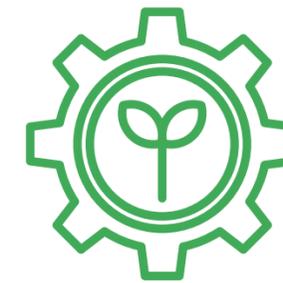
*Mais de quoi parle-t-on
exactement ?*

Développé dans les années 80 aux Etats-Unis, le concept d'**Agriculture de précision** désigne l'ensemble des **techniques combinant agronomie et nouvelles technologies** permettant de tenir compte de **l'hétérogénéité** au sein d'une même parcelle.

Plusieurs méthodes se sont développées pour optimiser le rendement et tenir compte de cette variabilité comme la méthode du « **Grid-Sampling** » qui consiste à prélever des échantillons de sol afin d'en connaître les caractéristiques ou encore l'utilisation des cartes de rendement.

L'agrandissement des parcelles dû au remembrement, et les regroupements de parcelles non homogènes ont accentué ces phénomènes. Mais c'est surtout l'arrivée des nouvelles technologies et notamment **l'adoption du GPS** ouvert à l'usage civil dans les années 90, qui a permis une avancée considérable en la matière.

Un triple objectif



Agronomique

Adapter les interventions en fonction des caractéristiques des sols et des besoins des plantes



Environnemental

Réduire l'impact environnemental en diminuant globalement les doses d'intrants



Économique

Produire plus avec moins en réduisant le coût des intrants et en augmentant le potentiel de rendement

Les 3 étapes clés de la démarche

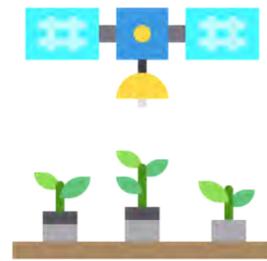
1 - MESURER

Caractérisation de l'hétérogénéité intra-parcellaire

Définir le potentiel et les besoins du **SOL**



Définir le potentiel et les besoins de la **BIOMASSE**

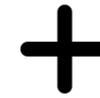


2 - DÉCIDER

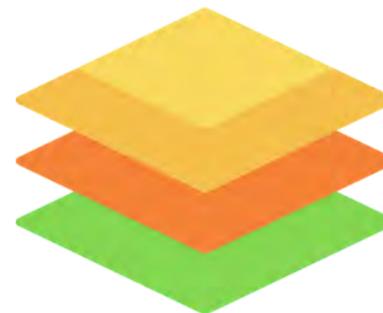
Transformation des données en carte de préconisation



Diagnostic agronomique



Traitement des données



Cartes de préconisation

3 - AGIR

Modulation des intrants dans la parcelle grâce au GPS

Export de la carte de préconisation vers la console, qui contrôle l'outil d'épandage en fonction de la position GPS dans la parcelle



Partie 2

Hétérogénéité intra-parcellaire

*La comprendre et la
mesurer*

L'hétérogénéité intra-parcellaire



L'Agriculture de précision prend en compte l'hétérogénéité intra-parcellaire et adapte les interventions en fonction des besoins des plantes et des caractéristiques des sols.

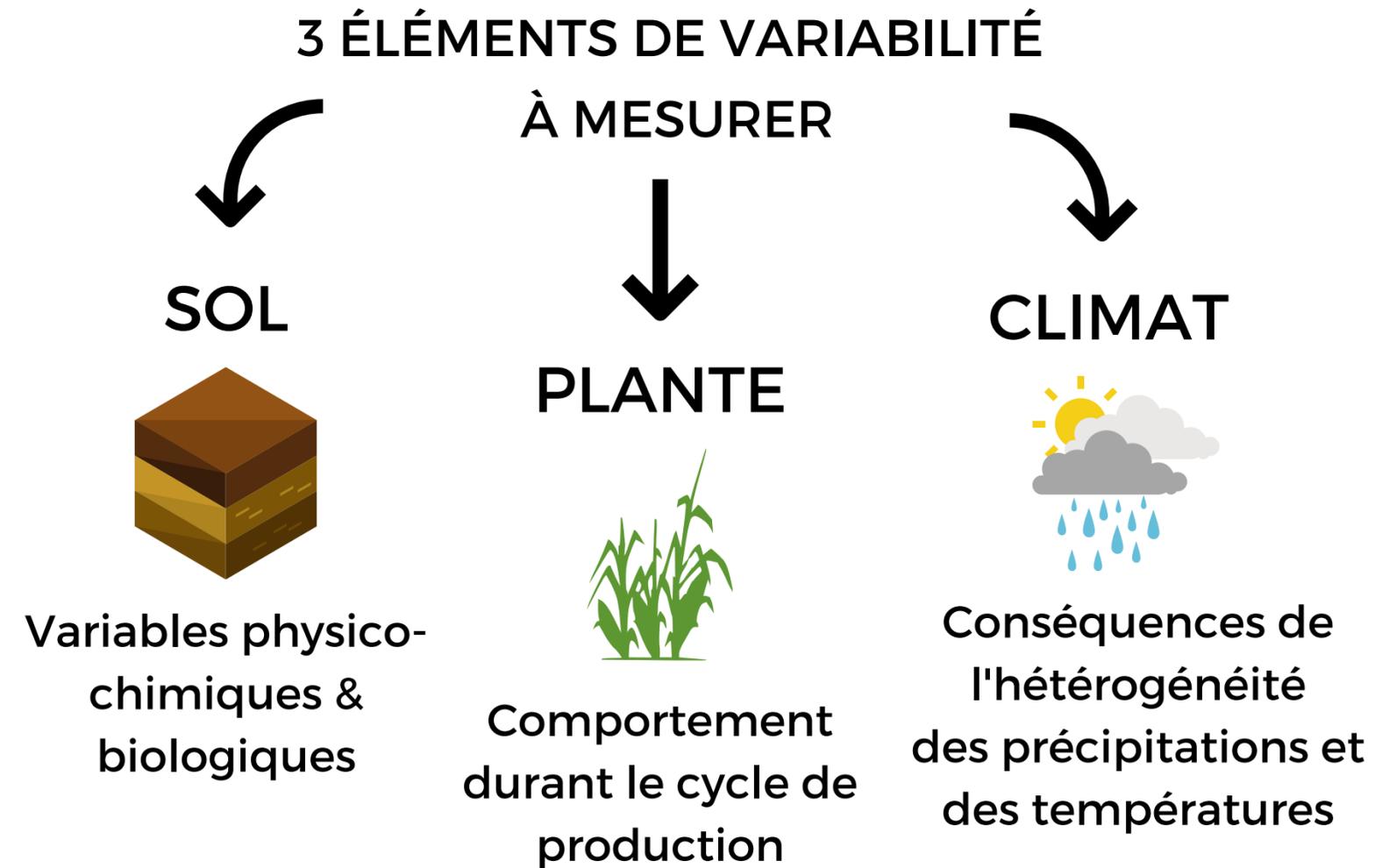
Une parcelle n'est donc plus une entité mais une multitude de petites parcelles.

Mesurer la variabilité

Outre les choix agronomiques et les pratiques culturales, **les causes et facteurs** de l'hétérogénéité au sein d'une même parcelle **sont multiples**.

Le potentiel de rendement s'exprimera de manière différenciée en fonction **de l'interaction entre la plante, le sol et le climat**.

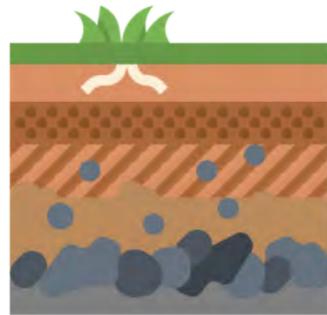
Il est donc nécessaire d'identifier les causes de l'hétérogénéité avant toute prise de décision agronomique ou l'élaboration d'une carte de préconisation.





L'historique des parcelles

- Regroupement de parcelles
- Remembrement
- Retournement de prairies



Le type de sol

- Nature
- Profondeur
- Texture
- Présence de cailloux



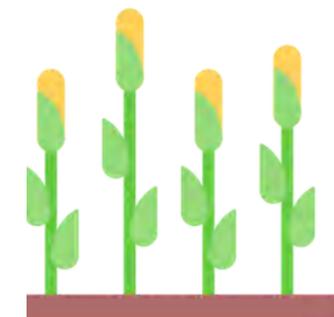
Les pratiques culturales

- Labour ou non
- Tassement lié aux chantiers
- Rotations pratiquées



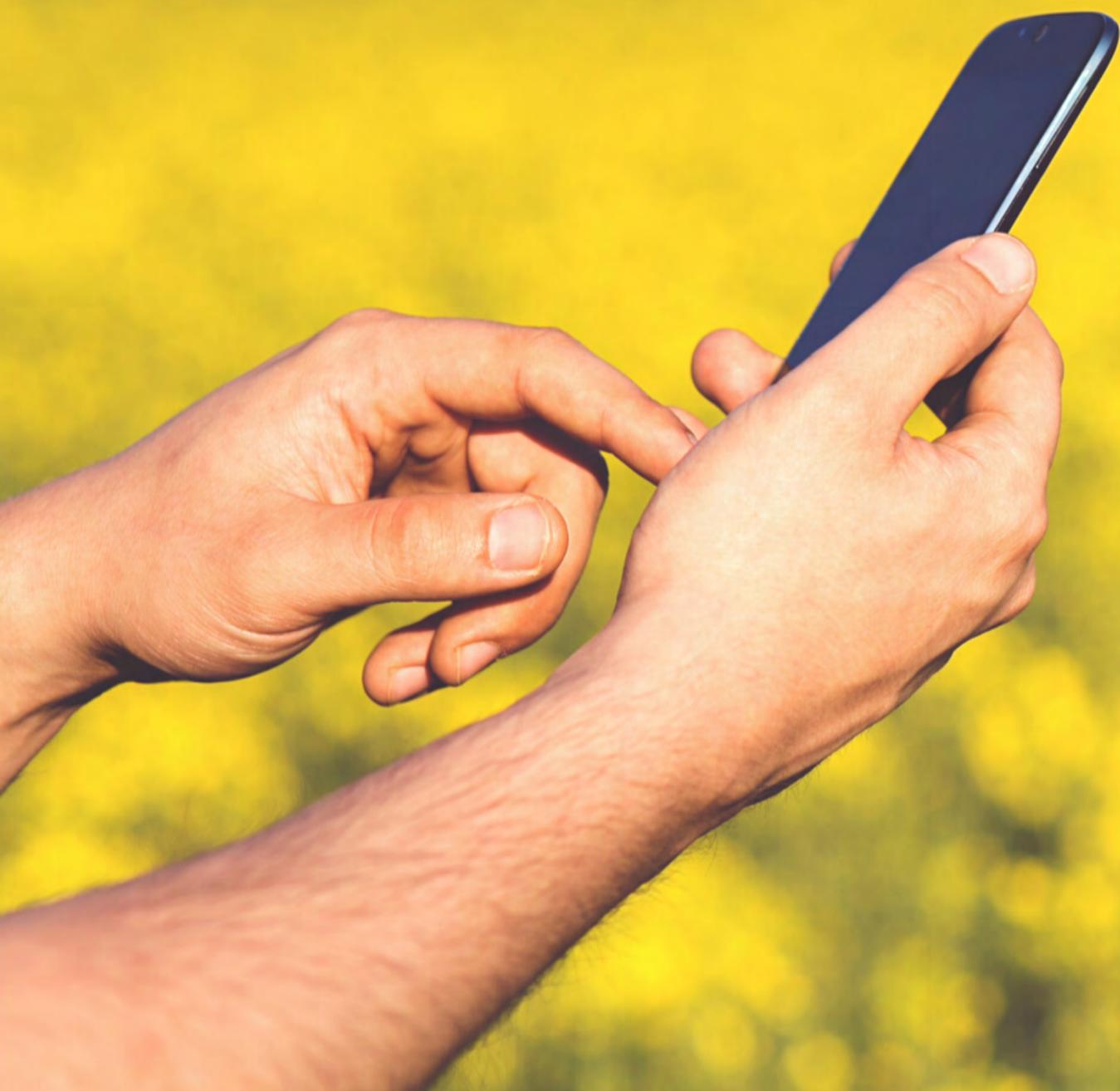
La topographie et le relief

- Répartition des précipitations
- Différence d'ensoleillement
- Accumulation de l'azote minéral vers le bas des pentes



La fertilité des parcelles

- Problèmes de levée
- Accidents de végétation
- Carences, maladies
- Attaques de ravageurs



Partie 3

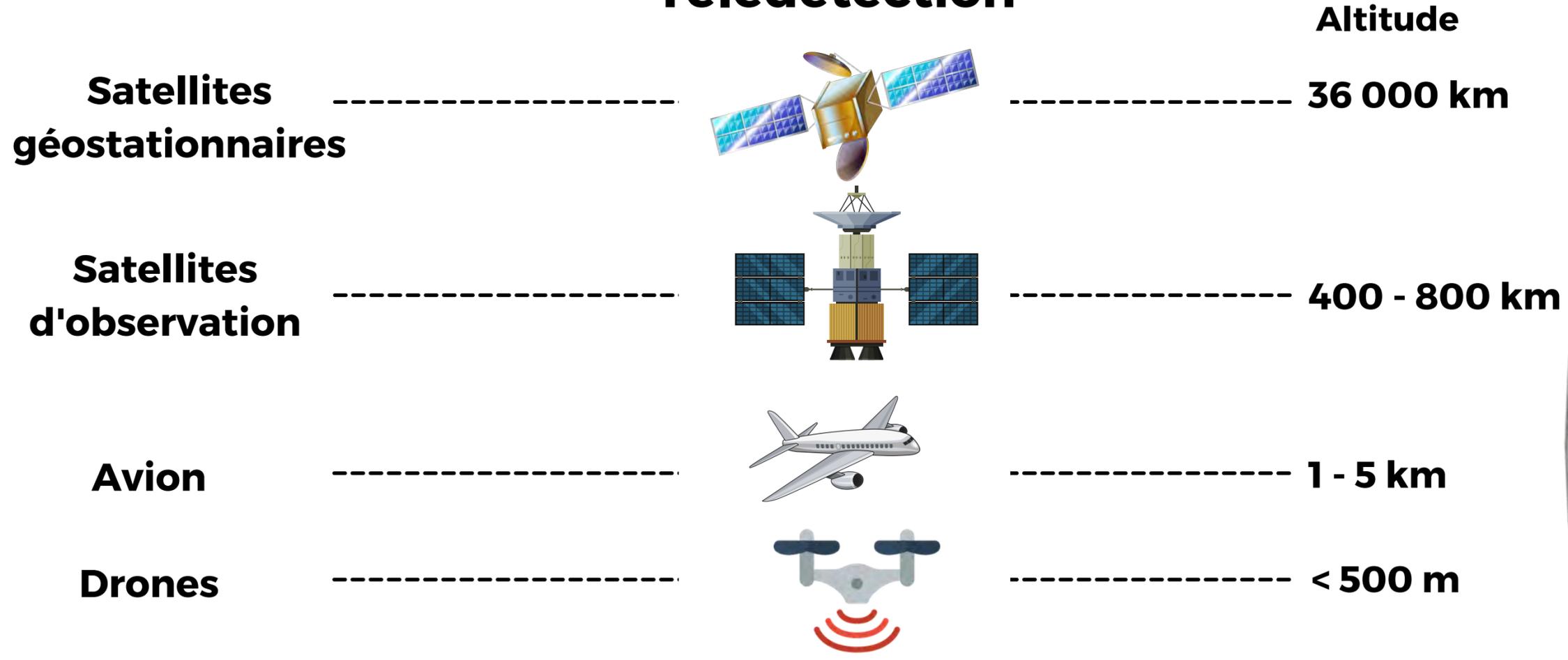
Acquisition de données

De nombreux outils à disposition

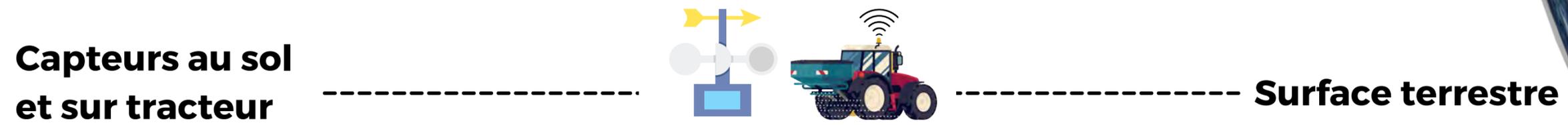
Téledétection et proxidétection

La télédétection désigne l'ensemble des moyens technologiques permettant de recueillir des données à distance. Lorsque les données sont captées à la surface, on parle alors de proxidétection.

Téledétection



Proxidétection



Les analyses de sol



Les analyses de sol permettent de connaître les caractéristiques et les besoins du sol afin d'adapter les pratiques en fonction du potentiel de chaque zone.

La réalisation des prélèvements a 2 objectifs :

- Connaître les **nutriments**, la **fertilité** et le **potentiel** du sol
- Définir **les zones excédentaires** et **déficitaires** au sein d'une même parcelle

Différentes mesures sont généralement effectuées :

- Texture du sol
- pH du sol
- Matière organique
- Macro-nutriments: N,P,K
- etc.

Les cartes de conductivité



Les cartes de conductivité mesurent la conductivité électrique du sol, soit la capacité d'un corps à laisser passer le courant électrique.

Cette technique permet de **définir les zones hétérogènes au sein d'une parcelle.**

Cependant, les cartes de conductivité n'indiquent pas les caractéristiques du sol (nature du sol...).

Elles doivent donc être associées à un diagnostic pédologique afin de déterminer les causes des variations.

Les cartes de rendement

Les cartes de rendement mesurent la **quantité de la production** récoltée à l'aide de capteurs de rendement situés dans la trémie de la moissonneuse. Ces capteurs, qui nécessitent un calibrage avant moisson, sont reliés à un système de positionnement GPS permettant de corréler un résultat à une position dans la parcelle.

Les cartes de rendement permettent de **vérifier a posteriori** les effets de l'hétérogénéité et/ou l'impact des pratiques culturales mises en oeuvre pour optimiser le potentiel d'une parcelle.

Cependant, les cartes de rendement n'expliquent pas **les causes des hétérogénéités intra-parcellaires**. Elles sont donc peu adaptées pour créer des cartes de préconisation.



Une agriculture toujours + connectée

SECURISATION DU STOCKAGE

Contrôler les conditions de stockage (température, humidité, ventilation) du grain ou du fourrage



SUIVI DE CHANTIERS

Visualiser les données d'utilisation des pratiques effectuées : hectares, heures, trajets... sur vos Smartphones

PROTECTION DES CULTURES

Détecter les maladies ou la présence de ravageurs grâce à des capteurs météo ou des pièges connectés

GESTION DES ADVENTICES

Détecter et identifier les mauvaises herbes afin de traiter localement et réduire les doses de produits phytosanitaires



PILOTAGE DE L'IRRIGATION

Suivre en temps réel l'état hydrique des sols et les besoins en eau de la plante



Focus : les capteurs de biomasse

La proxidtection regroupe 2 types d'outils : les capteurs fixes et les capteurs mobiles ou embarqués sur un tracteur, un quad ou un drone.

Ces 2 outils évaluent l'état d'une culture en calculant l'indice NDVI et transmettent les informations **en temps réel**.

Les capteurs au sol

Ces capteurs sont fixés sur un appareil portatif et permettent d'établir un diagnostic de nutrition azotée, de moduler en temps réel ou de créer une carte de préconisation pour l'apport d'azote.

Les capteurs embarqués

Les capteurs embarqués sont placés en haut de la cabine ou sur une rampe frontale et permettent de recueillir des données de **la globalité de la parcelle** afin de moduler **en temps réel**.



Les drones



Equipés de caméras et de capteurs multispectraux, les drones permettent de **surveiller les parcelles et d'analyser l'état de la biomasse** en calculant l'indice NDVI.

Capables de voler à basse altitude, sous les nuages, ils permettent de disposer de **données d'une grande précision** (de 3 à 15 cm). Cependant, ils demandent un investissement et une logistique plus lourds.

Leur usage se diversifie désormais avec des matériels capables d'épandre ou pulvériser même si ces pratiques restent encore limitées.

Les images satellites

L'imagerie satellite est l'outil de télédétection le plus utilisé en agriculture. Elle représente **85 % de l'usage** des agriculteurs contre 15 % pour les drones et les avions.

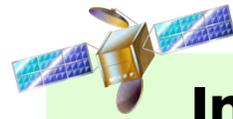
Les satellites placés en orbite à plusieurs centaines de kilomètres d'altitude permettent le pilotage des cultures grâce à la détermination de l'état biophysique de la plante.

Parmi les utilisations les plus fréquentes, on retrouve la **surveillance des cultures**, la **modulation des intrants** ou encore l'**estimation des dégats**.

Il existe différentes constellations de satellite utilisées en agriculture : **Sentinel 1 et 2, Landsat 8, Spot, Planet**, etc.



Tableau comparatif



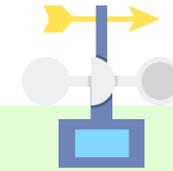
Images satellites



Drones



Avion



Capteurs au sol



Capteurs embarqués

Mesure

Potentiel et besoins de la biomasse

Avantages

Couverture d'une grande surface

Précision élevée

Couverture d'une grande surface

Autonomie d'utilisation

Autonomie d'utilisation

Utilisation et compréhension des données faciles

Images non impactées par les nuages

Haute résolution

Fiabilité et précision
Images non impactées par les nuages

Résultats en temps réel

Maîtrise de l'acquisition des données

Fiabilité et précision

Inconvénients

Altération des images par le taux d'ennuage

Couverture de la surface limitée

Post-traitement des données

Couverture de la surface et débit de chantier limités

Couverture de la surface et débit de chantier limités

Faible résolution

Permis nécessaire

Planification requise

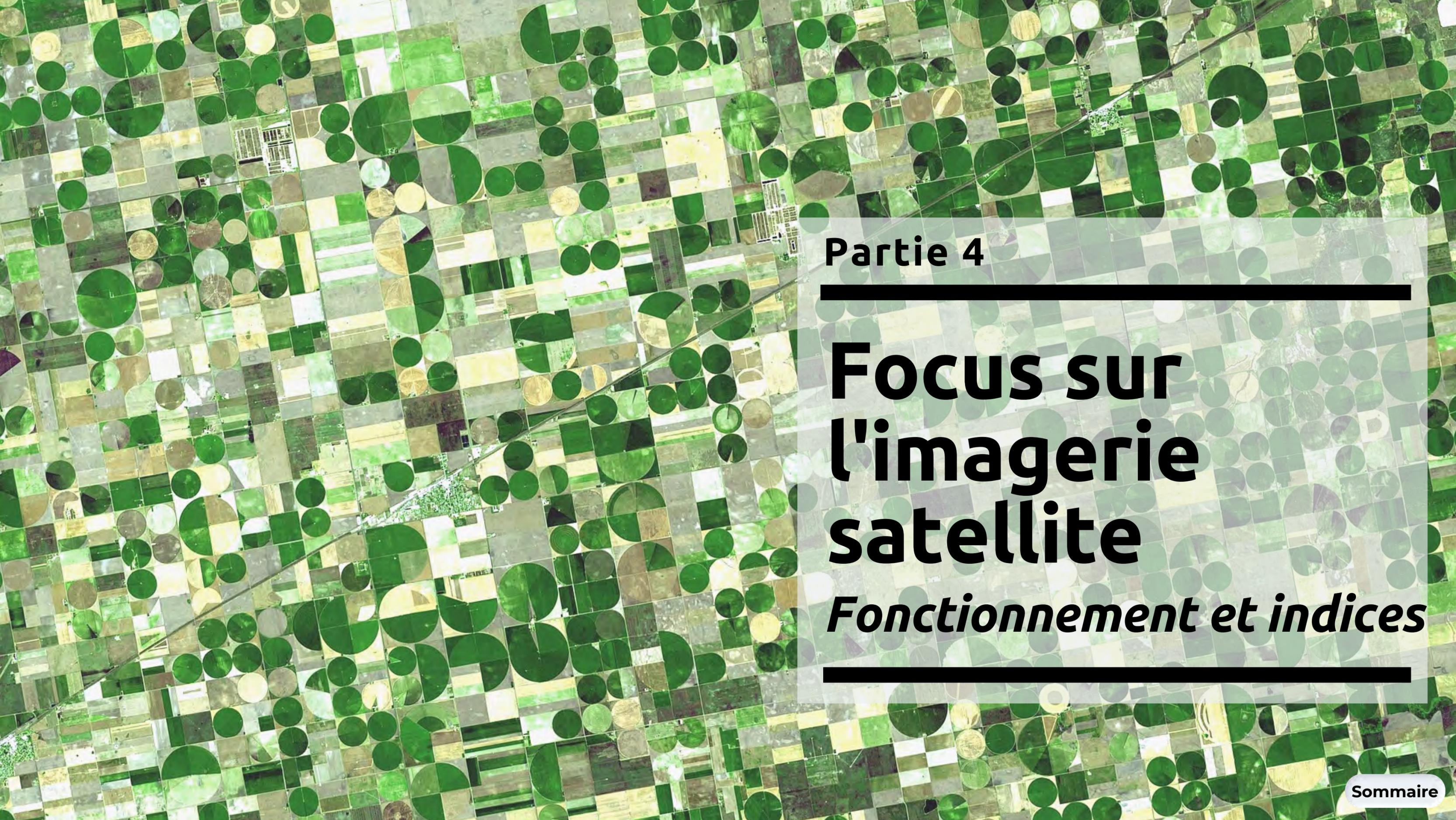
Absence de vision globale

Coût élevé

Outil fragile

Coût



An aerial photograph of a vast agricultural landscape, characterized by a dense grid of circular fields. The fields are arranged in a regular pattern, with some appearing in shades of green, yellow, and brown, suggesting different crops or stages of growth. The overall effect is a mosaic of circular shapes across the terrain.

Partie 4

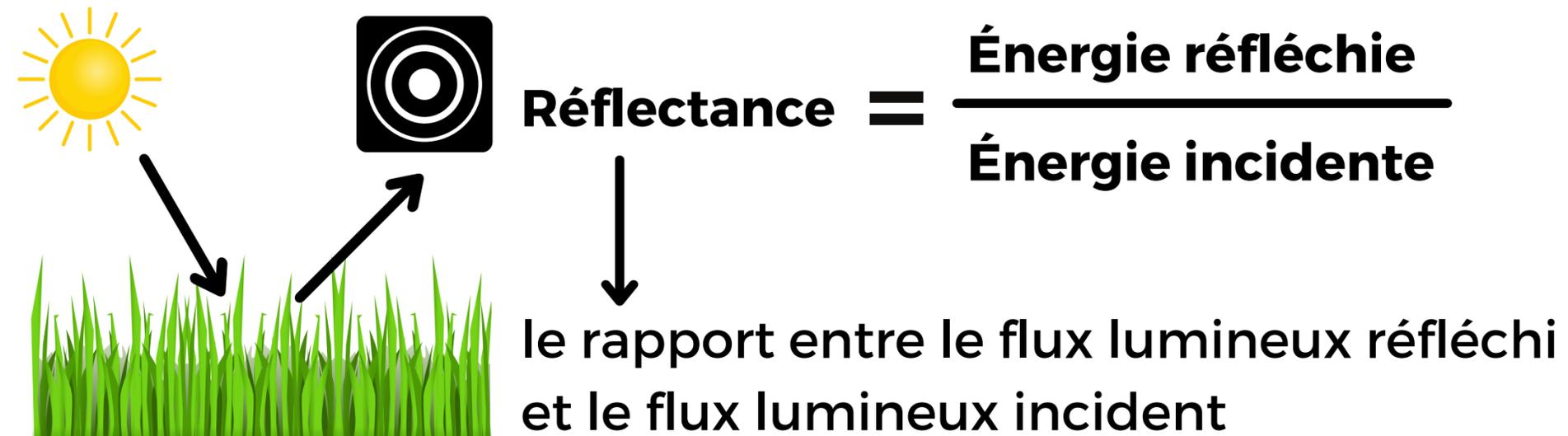
Focus sur l'imagerie satellite

Fonctionnement et indices

Principe de la télédétection

L'objectif de ces outils est de **mesurer l'état du couvert végétal** et d'**identifier les zones hétérogènes** au sein d'une parcelle.

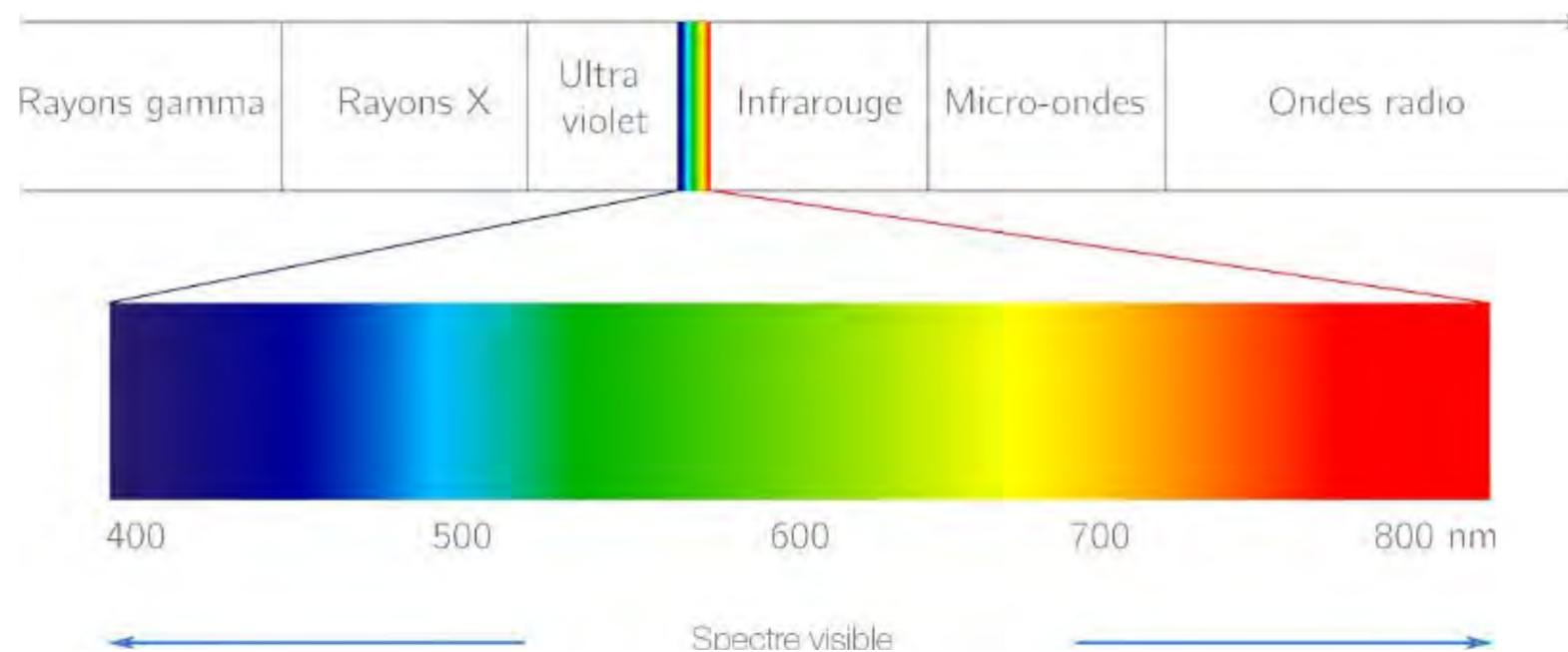
Des capteurs optiques embarqués mesurent la réflectance sur le couvert végétal, c'est-à-dire l'interaction de la lumière avec la végétation.



Optique & traitement des images

Les capteurs optiques utilisent différentes **longueurs d'ondes** en mesurant la **réflectance**.

L'analyse de la courbe de réflectance de la végétation à travers les différentes longueurs d'ondes permet d'établir une image multi-spectrale, **à partir de laquelle sont calculés des indices de végétations** et les paramètres biophysiques.



Il existe **2 types de capteurs optiques** :

- **les capteurs actifs** : ils calculent la réflectance grâce à la connaissance de la valeur du flux incident. Ils sont coûteux et difficiles à mettre en oeuvre.
- **les capteurs passifs** : ils mesurent le signal spectral émis par la surface sans connaître la valeur du signal incident. Ce sont les plus couramment utilisés.

NDVI et biomasse

L'indice **NDVI** (Normalized Difference Vegetative Index) est l'indice de végétation le plus utilisé en agriculture. Il représente le rapport entre la réflectance dans le proche infrarouge et la réflectance dans le rouge, et varie entre -1 et 1.

L'indice NDVI permet de déterminer le **taux de biomasse** dans la parcelle.

$$\text{NDVI} = \frac{\text{PIR} - \text{R}}{\text{PIR} + \text{R}}$$

.....➔ Réflectance dans le rouge

.....➔ Réflectance dans le proche infrarouge

Limites :

- Saturation du NDVI lorsque la couverture végétale est trop importante
- Sensibilité à la réflectance du sol qui entraîne des erreurs d'interprétation
- Variation des valeurs selon la date de passage en raison de l'angle de prise de vue



Les autres indices de végétation

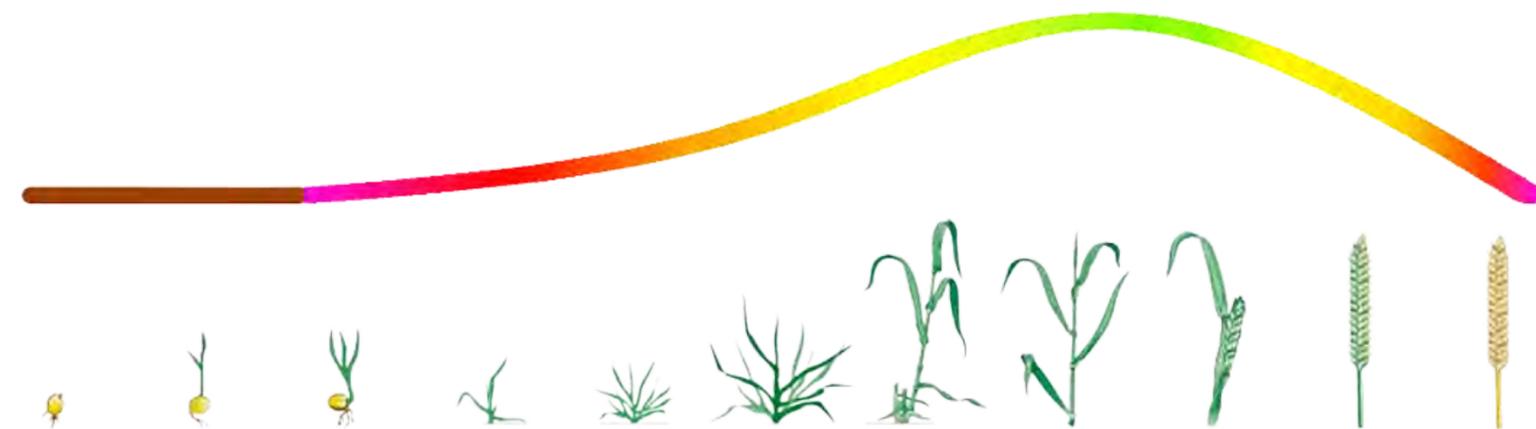
Il existe d'autres indices de végétation utilisés en agriculture comme le **LAI**, le **EVI**, le **SAVI** etc. Chacun présentant des avantages et inconvénients selon les cas d'usages envisagés.
Pour plus d'info : <https://www.indexdatabase.de>

Indice Spotifarm

L'indice de Spotifarm associe **différentes sources d'informations** fournies par les satellites Sentinel 2 et Landsat 8 et propose **un indice fiable, simple et unique** grâce à l'harmonisation des données acquises dans différentes bandes spectrales et longueurs d'onde.

Cela permet de tenir compte des nombreux facteurs qui influencent la qualité des images (couverture du sol, niveau de biomasse, couverture nuageuse ...).

Un seul indice pour toutes les cultures: blé, orge, colza, maïs, pois, betteraves, pommes de terre et prairie.



Partie 5

En pratique

Comment moduler ses intrants ?

La modulation intra-parcellaire

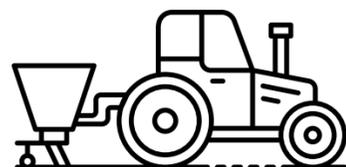
La modulation est une **répartition non uniforme des intrants au sein d'une même parcelle** en fonction des besoins et des caractéristiques du sol et de la biomasse.

Que peut-on moduler ?



Intrants

Modulation de la fertilisation azotée, de la fumure de fond ou des produits phytosanitaires



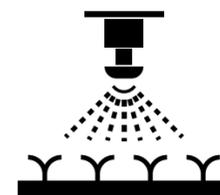
Semis

Modulation de la densité de semis



Travail du sol

Modulation du travail du sol



Irrigation

Modulation des quantités d'eau



Le guide de la modulation de dose

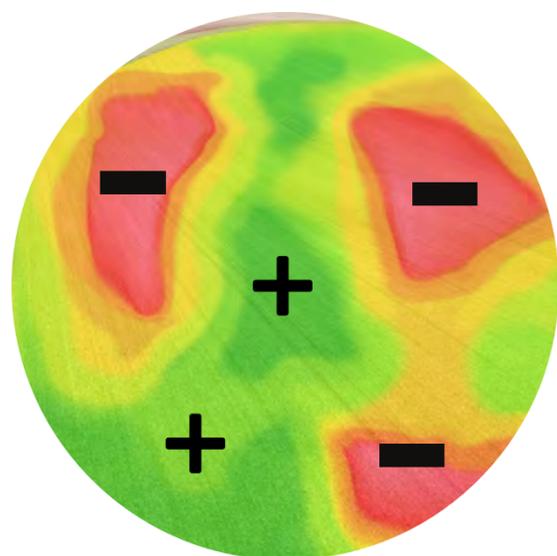


2

Stratégies possibles

STRATÉGIE D'OPTIMISATION

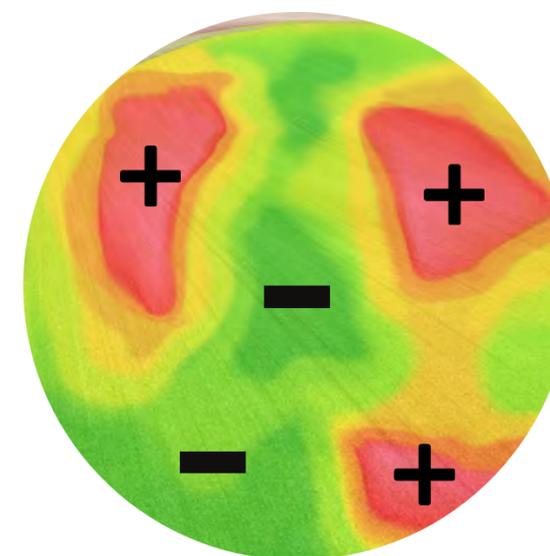
Mettre une dose **plus élevée** où le potentiel est le **plus élevé** et réduire la dose où le potentiel est plus faible.



Intérêt : réduire les dépenses d'intrants dans les zones déficitaires où l'hétérogénéité est un facteur limitant

STRATÉGIE DE COMPENSATION

Apporter une dose **plus élevée** dans les zones à **faible potentiel** et limiter les apports là où la culture est bien développée.



Intérêt : corriger l'hétérogénéité dans les zones déficitaires et augmenter le potentiel de rendement de ces zones

Exemple sur une terre très argileuse

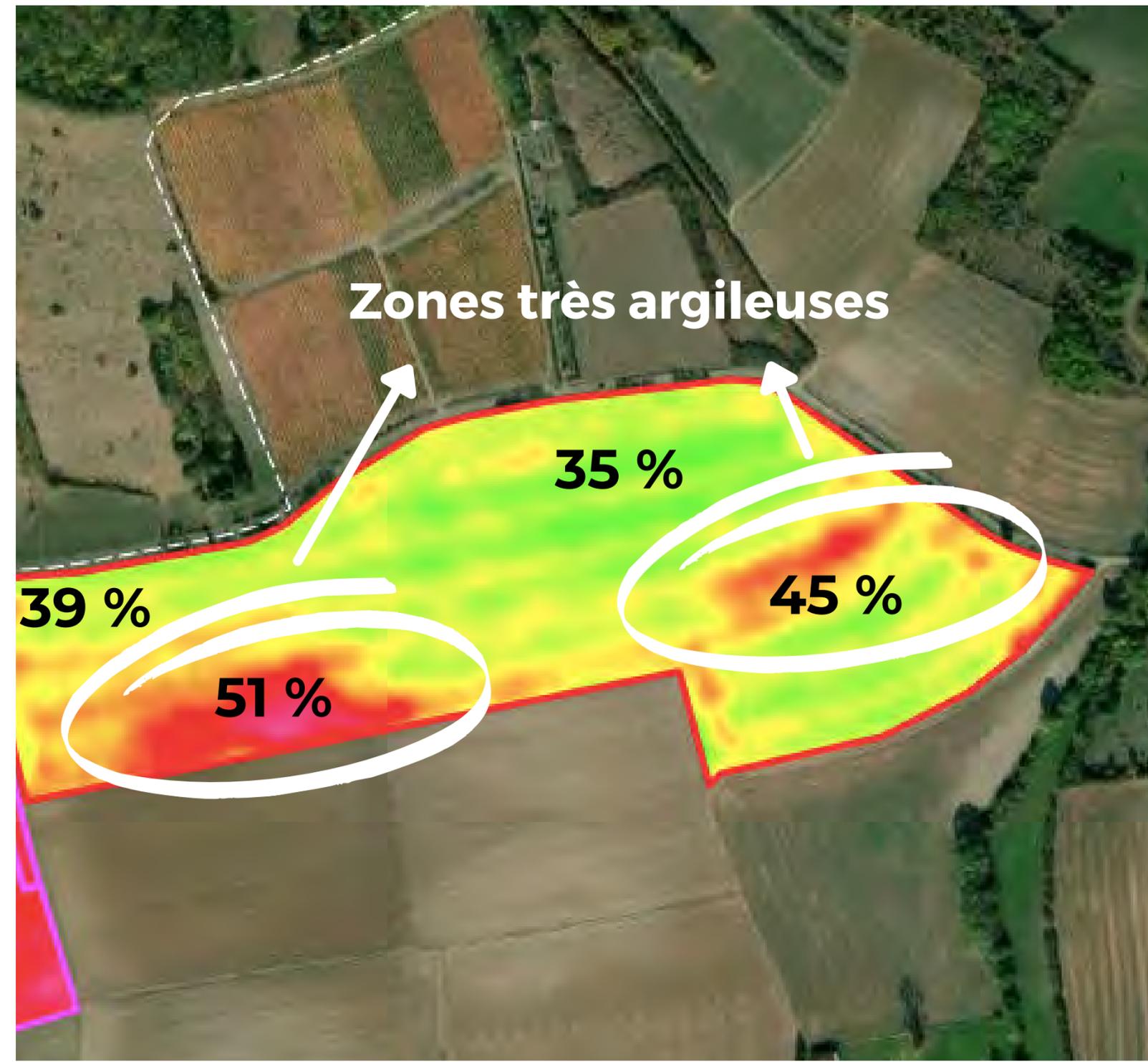
La cause des hétérogénéités dans cette parcelle est **la nature du sol**.

La superposition des images du couvert végétal corrélée aux analyses de sol démontre que les 2 zones entourées sont plus argileuses que le reste de la parcelle (45% et 51% d'argile)

Mettre la même dose d'intrants dans ces 2 zones n'augmentera pas le potentiel de rendement car le sol reste le facteur limitant.

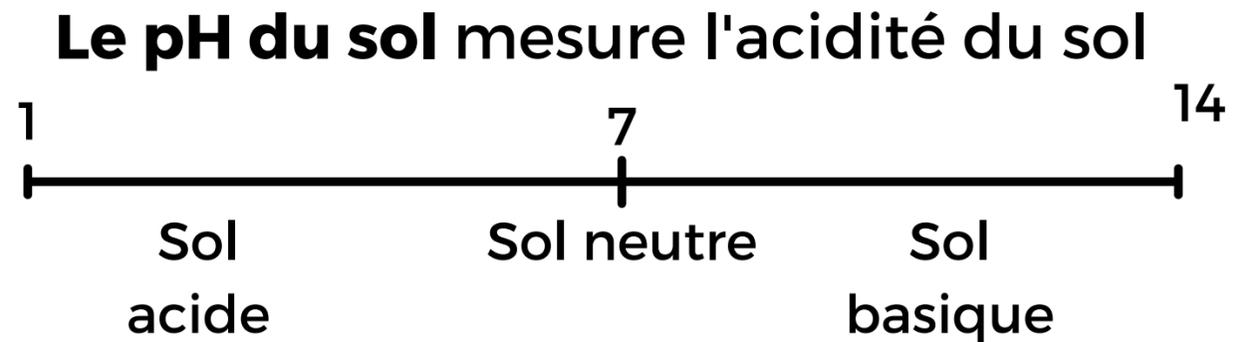
En revanche, **diminuer la dose d'intrants dans ces zones permettra de réduire le coût des intrants.**

→ **OPTIMISATION**



Exemple sur sol acide

Le taux de pH du sol a une incidence sur le stade de la biomasse.

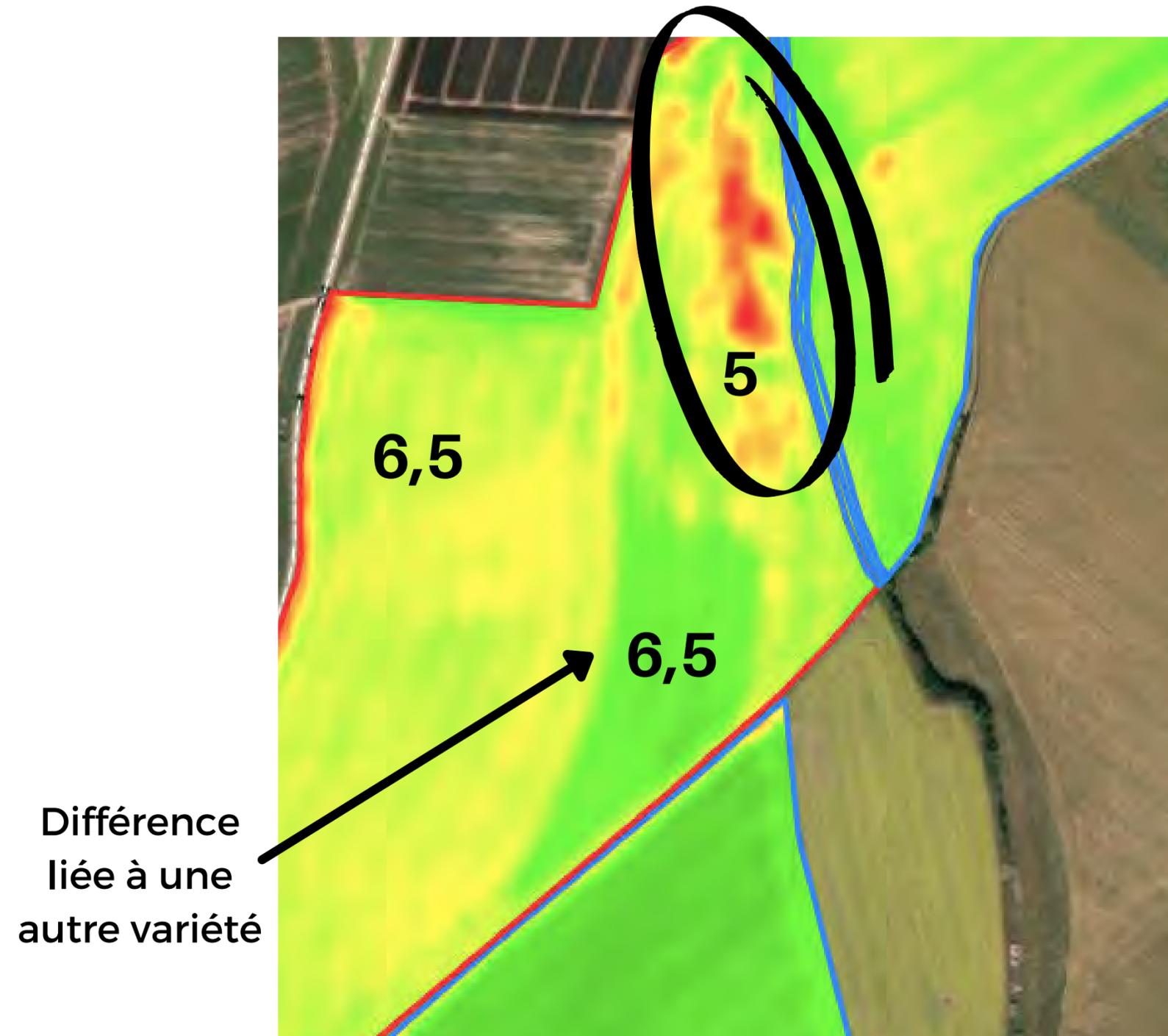


Les hétérogénéités présentes dans cette parcelle corrélées au taux du pH du sol montrent des zones plus acides que le reste de la parcelle, où la culture est moins développée.

Mettre de la chaux dans ces zones permet de compenser ce déficit et d'homogénéiser la parcelle.

→ **COMPENSATION**

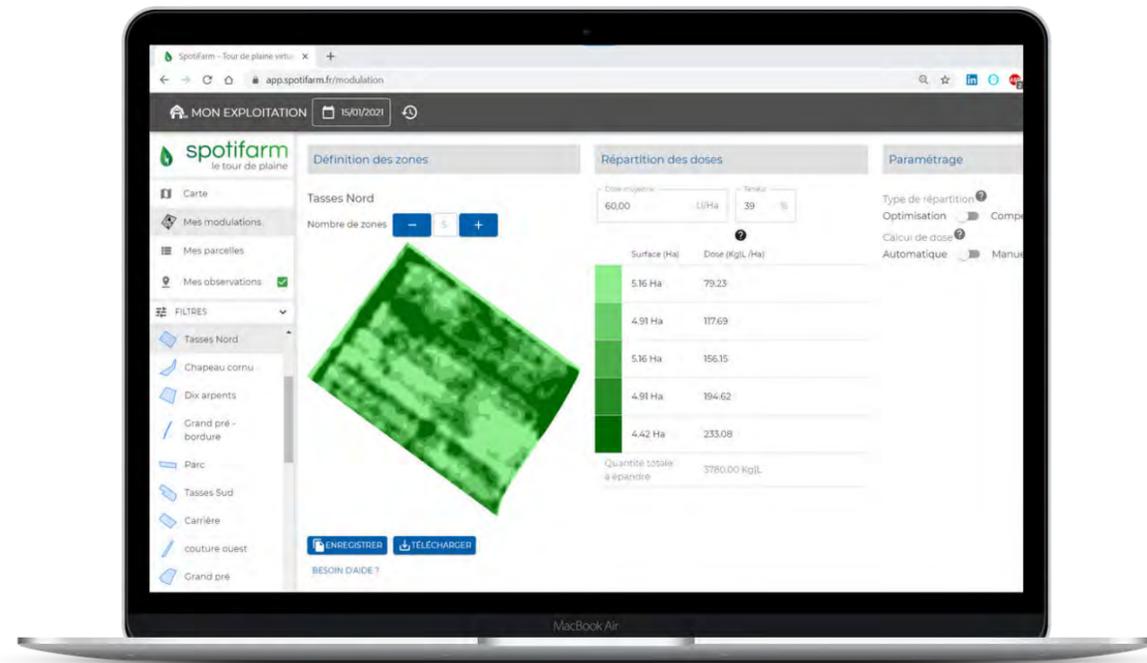
Zones déficitaires



Créer et exporter sa carte

CRÉATION DE CARTES DE PRÉCONISATION

La carte de préconisation est le résultat du traitement des données acquises et du diagnostic agronomique. Ce support permet alors à l'agriculteur d'appliquer la stratégie établie afin d'optimiser ses apports.



EXPORTATION DE CARTES DE PRÉCONISATION

Une fois que la carte est créée, l'agriculteur doit l'exporter vers la console de son tracteur afin de transmettre les données à l'outil d'épandage ou de pulvérisation. Ce transfert de données se fait par clé USB ou via le cloud.



Isobus, shape, IsoXML, ...

Format shape (.shp)

Le format SHAPE est utilisé pour créer des cartes de fertilisation, de pulvérisation ou de modulation de semis. Il contient toutes les informations géométriques des parcelles : polygones, lignes, points...



Le fichier .shp est toujours accompagné de deux autres fichiers : le .dbf et le .shx. Ces 3 fichiers sont fournis dans un fichier compressé en .zip

Ce format permet une meilleure qualité des cartes de modulation et ne nécessite pas de programmation de tâches à l'avance.

Format IsoXML (.xml)

Le format IsoXML est conçu pour être lu par un terminal **Isobus**. Les fichiers sont généralement regroupés dans un répertoire "**TASKDATA**" qui contient toutes les données utiles de l'exploitation (nom des machines, des intrants, des parcelles...)



Les fichiers sont compressés en .zip. afin de faciliter la manipulation et le transfert sur une clé USB.

Ce format permet d'enregistrer les données en cours de travail de la machine.

Partie 6

Equipements & investissements

Combien ça coûte ?

4 Équipements indispensables pour moduler



CARTE DE PRÉCONISATION

Définir la dose d'intrants pour chaque zone de la parcelle



SYSTÈME DE POSITIONNEMENT GPS

Se localiser précisément dans la parcelle



CONSOLE EMBARQUÉE

Transmettre l'information à la machine

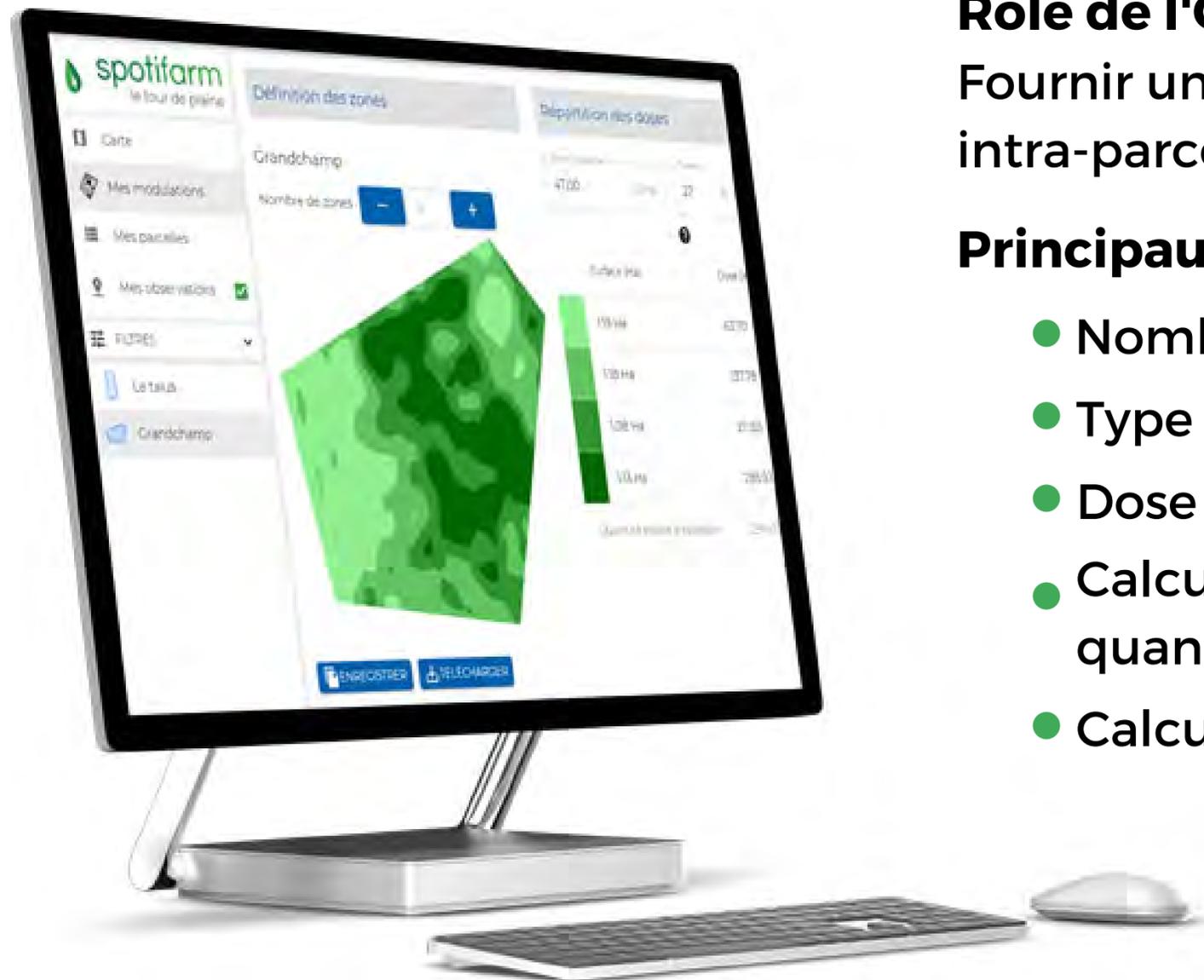


OUTIL D'ÉPANDAGE OU DE PULVÉRISATION COMPATIBLE ISOBUS

Appliquer la dose prescrite

Le logiciel

Outre les équipements matériels, l'agriculteur a besoin d'une **application ou d'un logiciel de cartographie**. De nombreux **OAD (Outils d'Aide à la Décision)** proposent des solutions pour interpréter les données afin de réaliser des cartes de modulation intraparcellaire.



Rôle de l'OAD:

Fournir une répartition de doses en fonction de l'hétérogénéité intra-parcellaire en corrélant la dose (Kg ou L/Ha) à une zone

Principaux éléments pris en compte dans la création de la carte :

- Nombre de zones
- Type de répartition
- Dose moyenne
- Calcul des quantités à apporter : en fonction de la teneur et de la quantité globale
- Calcul de dose automatique ou manuelle

Créez votre première carte
gratuitement



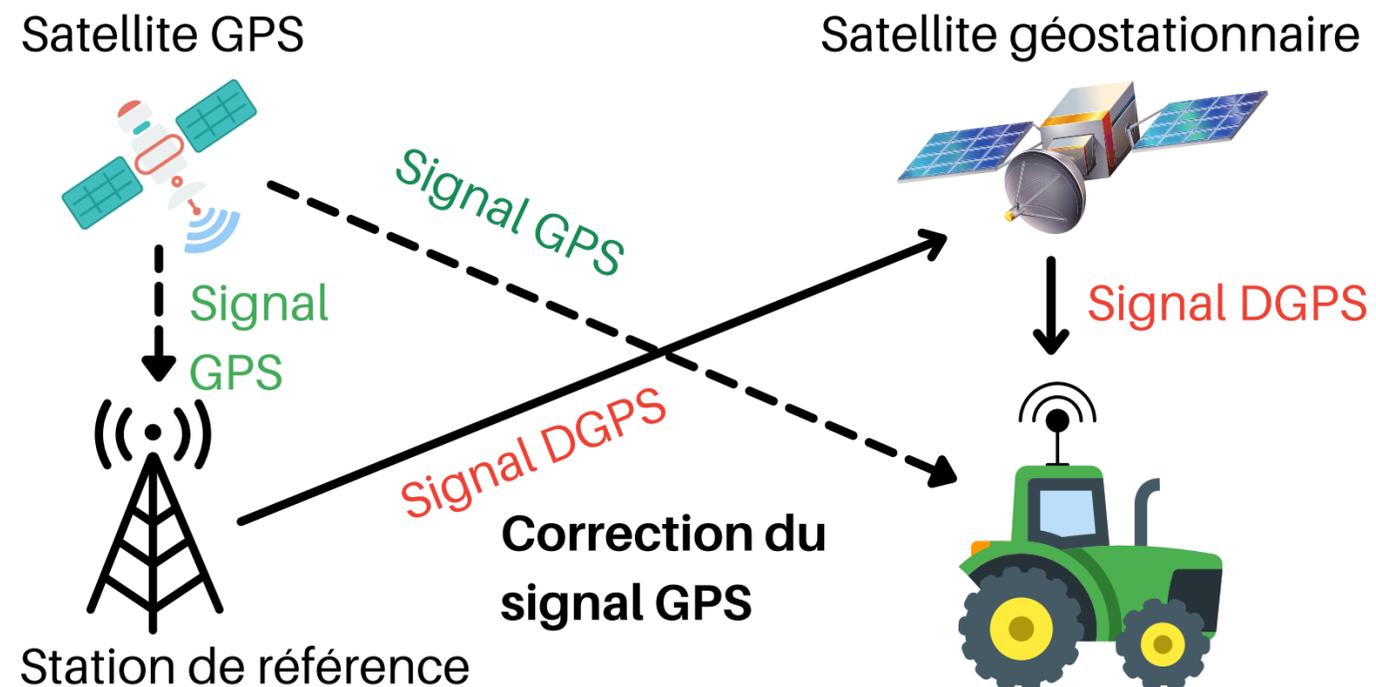
L'antenne GPS

Le dGPS

Le **GPS différentiel** est un **système de localisation GPS**. Il est plus précis que le système GPS classique grâce à une **correction du signal GPS**.

Cette technologie reçoit les signaux des satellites et les transmet à la console du tracteur.

Précision : de 5 à 50 cm selon le niveau de précision

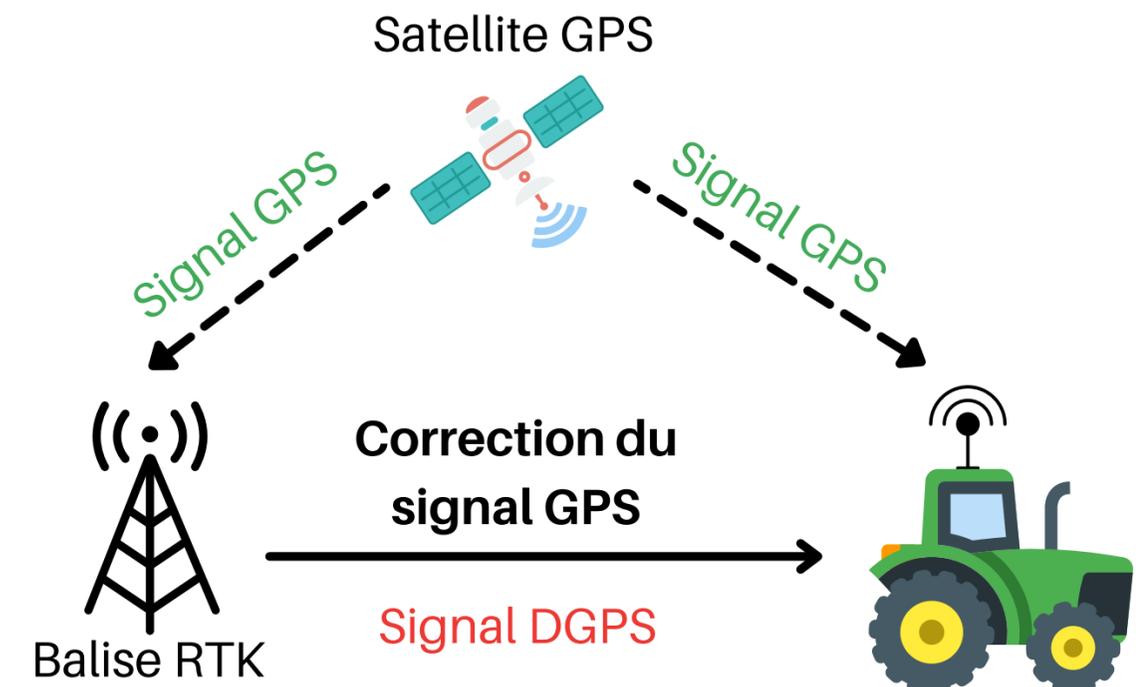


Le RTK

Le « Real Time Kinematic » est également une **technique de positionnement par satellite**.

Cependant, le RTK possède une **précision centimétrique** qui lui permet d'être plus performant et précis.

Précision : de 2 à 3 cm



La console de guidage

Guidage assisté

Le guidage manuel est effectué par l'agriculteur en fonction des informations de l'assistance de guidage qui lui permettent de corriger ses trajectoires.

Précision : entre 20 et 30 cm

Coût estimé : Entre 1 500 et 5 000 € HT sans abonnement

.....

Autoguidage

Le guidage est dirigé automatiquement par le tracteur. Ce système nécessite un signal RTK ou dGPS et peut être à assistance électrique ou hydraulique.

Précision : entre 2 et 5 cm

Coût estimé : entre 10 000 et 20 000 € HT sans abonnement



La norme IsoBUS

La norme IsoBUS est une norme universelle qui garantit **l'intéropérabilité** entre les différents outils agricoles.

- Permet la compatibilité entre le tracteur et le matériel attelé
- Permet l'échange de données entre les machines et le terminal quelle que soit la marque
- Facilite l'utilisation des outils grâce au "plug and play"

Pour permettre cela, l'AEF (Agricultural Industry Electronics Foundation) coopère avec les constructeurs de matériels agricoles et certifie les équipements compatibles IsoBUS grâce à des tests de conformité.

**Tester la compatibilité
de son matériel**



6 fonctionnalités

UT Terminal universel	TECU-ECU Unité de commande électronique	AUX-N Commande auxiliaire
TC-GEO Contrôleur de tâches des données géoréférencées	TC-BAS Contrôleur tâches basique	TC-SC Contrôleur de tâches Contrôle des sections

Le système IsoBUS



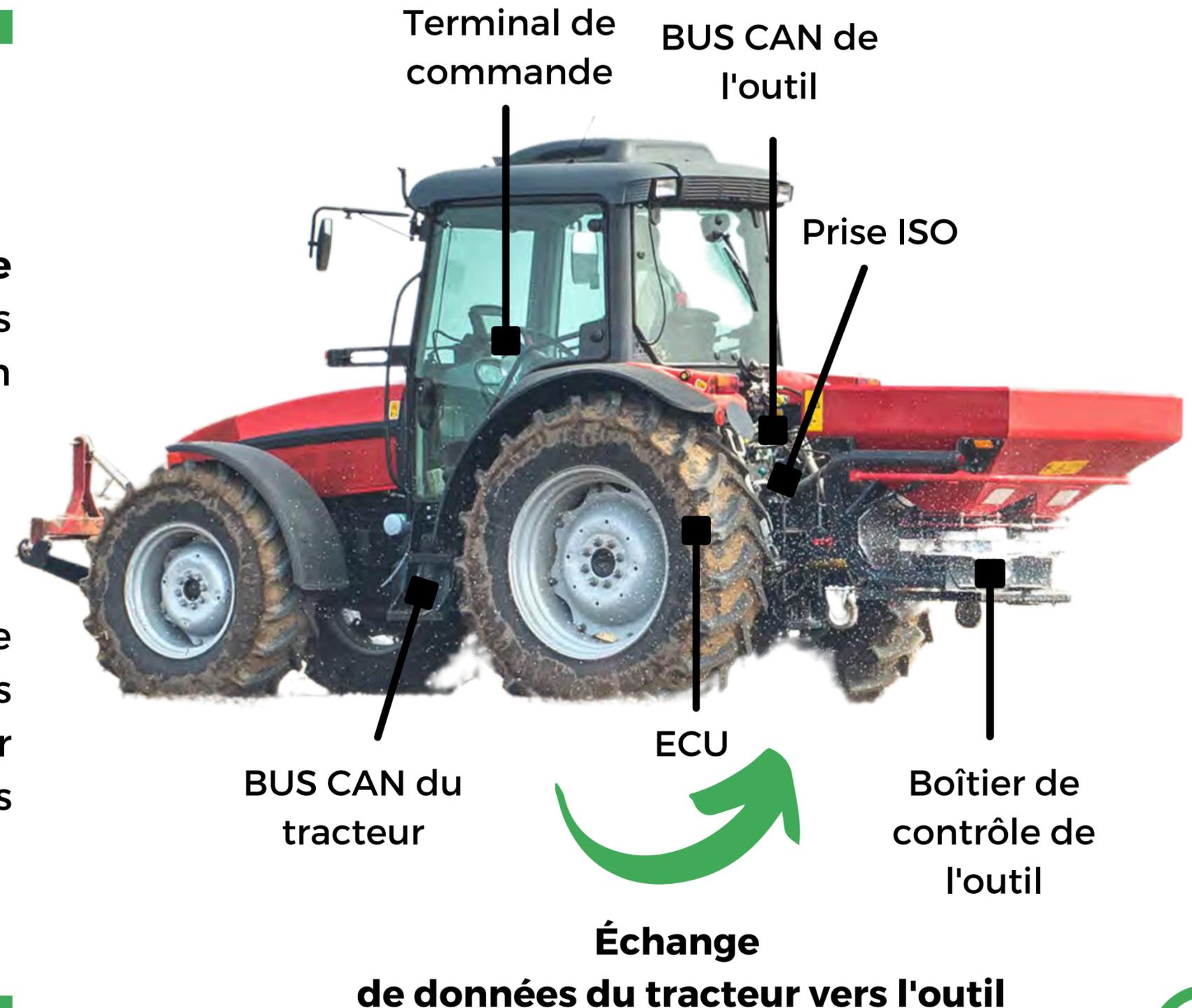
BUS CAN

Système permettant la **communication et le transfert d'informations** entre tous les calculateurs grâce à leur raccordement à un même câble (un bus)



ECU ou calculateurs

Boîtiers électroniques qui font la liaison entre le BUS et les autres composants électroniques afin de **gérer les informations transmises** par les différents composants électroniques (capteurs, modules de régulation...)



Pour les engrais solides

Pour moduler, les épandeurs à engrais doivent être :

- ✓ Compatibles avec la modulation de dose (Option Modulation)
→ **Utiliser la carte de préconisation**
- ✓ Équipés d'un système de pesée automatique ou d'un dispositif de débit proportionnel à l'avancement électronique (Type DPAAE)
→ **Mesurer la quantité à épandre**

Le système de pesée automatique

- Prend en compte le poids des engrais afin de réguler les quantités par rapport à la vitesse d'avancement
- Facilite le réglage de l'épandeur
- Permet de supprimer l'étalonnage

Les épandeurs à engrais avec option modulation et pesée automatique sont accessibles à partir de 15 000 € HT environ



Quid des distributeurs pneumatiques ?

Apportant une meilleure précision, ils sont encore peu adoptés et leur coût reste très élevé (100 à 150 k€)

Pour les engrais liquides & les produits phytosanitaires

Pour moduler, les pulvérisateurs doivent être capables de **mesurer le débit de la dose à appliquer**. Pour cela, ils doivent être équipés d'une **régulation électronique** de type DPAE. Il existe aussi plusieurs systèmes :

Porte-buse à sélection automatique :

Principe :

Sélection automatique de la buse la plus optimale par le porte-buse en fonction de la carte de préconisation et de la vitesse d'avancement

Système :

Le porte-buse peut être équipé de 2 ou 4 buses

Système PWM (Pulse With Modulation) :

Principe :

Variation du débit à travers la modulation de la durée d'ouverture des buses

Système :

Utilisation d'un solénoïde présent sur chaque porte-buse afin de réguler la fermeture et l'ouverture des buses



Gagner en précision

Intérêts de ces technologies

- Éviter les recouvrements ou l'absence de passage
- Réduire le coût des intrants
- Améliorer le confort de travail
- Limiter les risques de verses
- Diminuer l'impact environnemental

La coupe automatique de tronçons

Ce système, disponible pour les épandeurs à engrais et les pulvérisateurs, gère **automatiquement l'ouverture et la fermeture des tronçons** et nécessite un positionnement GPS.



Coupe de tronçons automatique (Amazone)

La coupe automatique buse par buse

La coupe automatique buse par buse permet une **précision plus élevée** grâce à l'ouverture et la fermeture des buses indépendamment les unes des autres.

Des solutions de +/- accessibles

Faire appel à une ETA ou investir en CUMA

Ces 2 solutions permettent de réduire le coût d'acquisition des équipements tout en profitant de l'intérêt des dernières technologies.

Acheter d'occasion

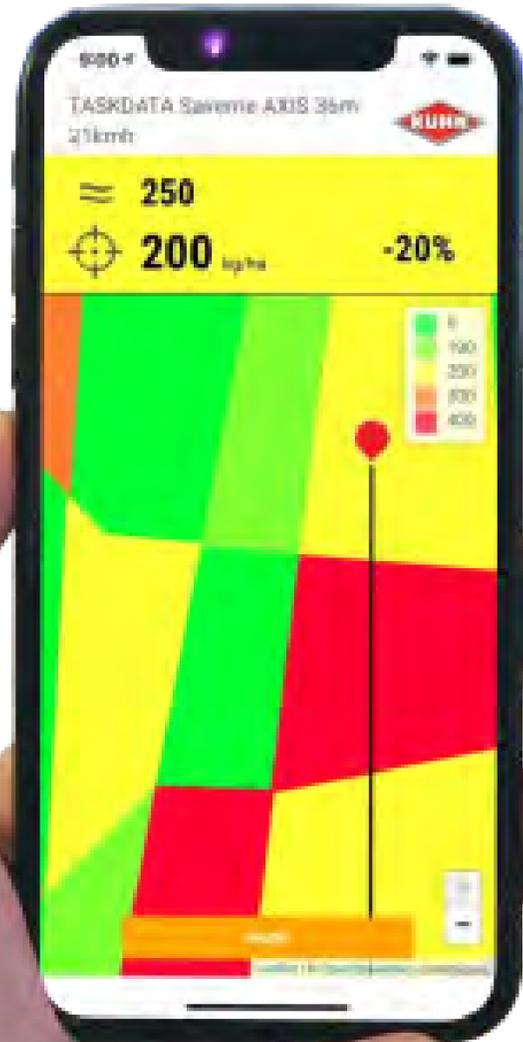
Le choix de l'achat d'occasion rend plus abordable les équipements liés à la modulation tout en ayant la même qualité de travail.

Commencer par la modulation manuelle

À l'inverse de la modulation automatique, cette pratique ne nécessite pas l'acquisition d'équipements onéreux. La répartition de doses se fait manuellement par l'agriculteur à partir d'une carte simplifiée définissant de grandes zones.

Utiliser des applications mobiles gratuites

Des applications comme EasyMap de Kuhn ou Calibrator Free de Bogballe permettent de valoriser le GPS du Smartphone et de se passer de console pour de la modulation manuelle.





spotifarm
le tour de plaine

Partie 7

Pourquoi se lancer ?

*Intérêts et rentabilité
économique de la
modulation*

Les avantages de la modulation

ÉCONOMIQUES



- ✓ Réduction du coût des intrants
- ✓ Augmentation du potentiel de rendement

AGRONOMIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX



- ✓ Préservation des sols et des cultures
- ✓ Amélioration de la croissance des cultures
- ✓ Réduction de l'impact environnemental

AUTRES



- ✓ Gain de temps grâce à une meilleure précision
- ✓ Amélioration du confort de travail

"On sait qu'on a des hétérogénéités parcellaires avec des potentiels différents, ça m'a toujours paru logique de moduler en termes d'optimisation d'intrants et de qualité de récolte."

Témoignage de Benjamin Verzeaux - Agriculteur dans la Marne (51)

Jusqu'à 100€/ha de gains !

La modulation permet des gains allant de **5 à 60 €/ha** selon la culture et le type d'intrants modulé.

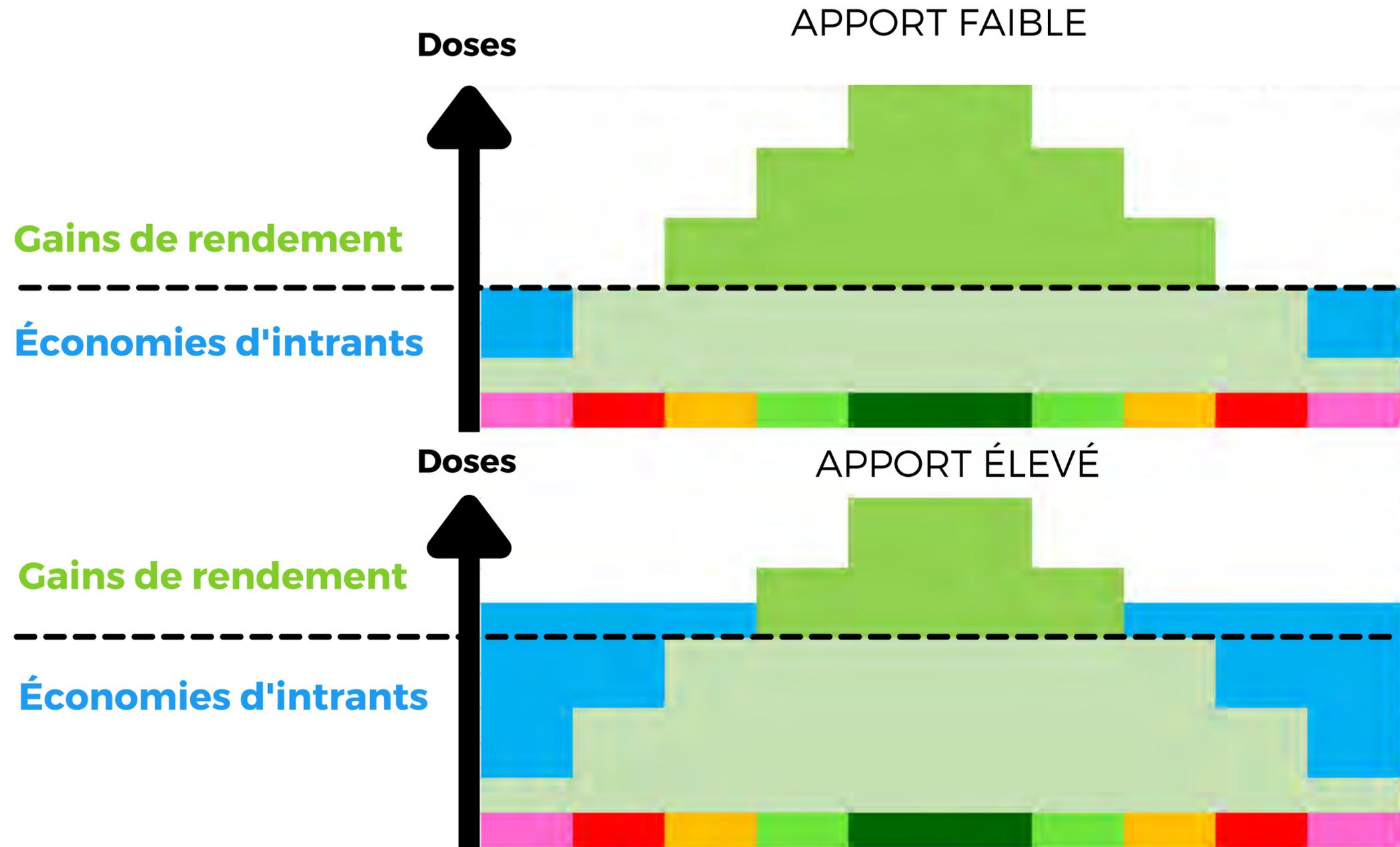
Les gains peuvent aller **jusqu'à 100 €/ha** si toutes les interventions de l'itinéraire cultural sont modulées.

“ C'est un avantage économique car nous optimisons nos apports d'engrais en localisant les besoins par rapport aux teneurs du sol: nous augmentons les rendements ou réduisons les charges selon les zones. En raison de l'hétérogénéité des parcelles, nos cartes multi analyses ont été remboursées en 3 ans du fait des économies d'engrais. Ça dépend surtout des exploitations, il n'y a pas 2 cas pareils. ”

Témoignage de Clément DEGROOTE
Agriculteur dans l'Eure (27)



Un bénéfice double



Hausse des rendements

Economie d'intrants

Une rentabilité qui dépend de chaque exploitation selon :

1. LE DEGRÈ D'HÉTÉROGÉNÉITÉ DES PARCELLES

Plus les surfaces sont hétérogènes, plus les économies d'intrants seront conséquentes

.....

2. L'ÉQUIPEMENT ET LES PRATIQUES DE L'AGRICULTEUR

Les gains économiques seront différents en fonction de la précision des outils et moyens utilisés (modulation automatique, coupure de tronçons, système RTK...). Si les doses appliquées par l'agriculteur étaient habituellement élevées, la rentabilité économique sera plus importante

.....

3. LE TYPE D'INTRANT MODULÉ



Sources



AGRICULTURE DE PRÉCISION - COMPRENDRE ET METTRE EN OEUVRE LES BASES DE LA RÉVOLUTION AGRONOMIQUE

G. GRENIER

L'AGRICULTURE DE PRÉCISION

P. ZWAENEPOEL & J.-M. LE BARS

PRECISION AGRICULTURE DEFINITION

INTERNATIONAL SOCIETY OF PRECISION AGRICULTURE

VIDÉO COPERNICUS SATELLITE SENTINEL POUR L'AGRICULTURE DE PRÉCISION EN GRANDES CULTURES

J.-M. GILLIOT

AGRICULTURE DE PRECISION : QU'EST-CE QUE L'INDICE NDVI ?

www.spotifarm.fr

USAGES DE LA TÉLÉDÉTECTION POUR L'AGRICULTURE FRANÇAISE

OBSERVATOIRE DE LA CHAIRE AGROTIC

L'AGRICULTURE CONNECTÉE: LA MODULATION INTRA-PARCELLAIRE DE LA DOSE D'ENGRAIS

FÉDÉRATION RÉGIONALE DES CUMA DE L'OUEST

MODULER LA DOSE AUX CHAMPS "LA BONNE DOSE AU BON ENDROIT"

FÉDÉRATION RÉGIONALE DES CUMA DE L'OUEST

GPS ET SIG POUR L'AIDE À LA GESTION D'UN DOMAINE EXPÉRIMENTAL

A.GAVALAND

GÉOPOSITIONNEMENT EN AGRICULTURE

www.aspexit.fr

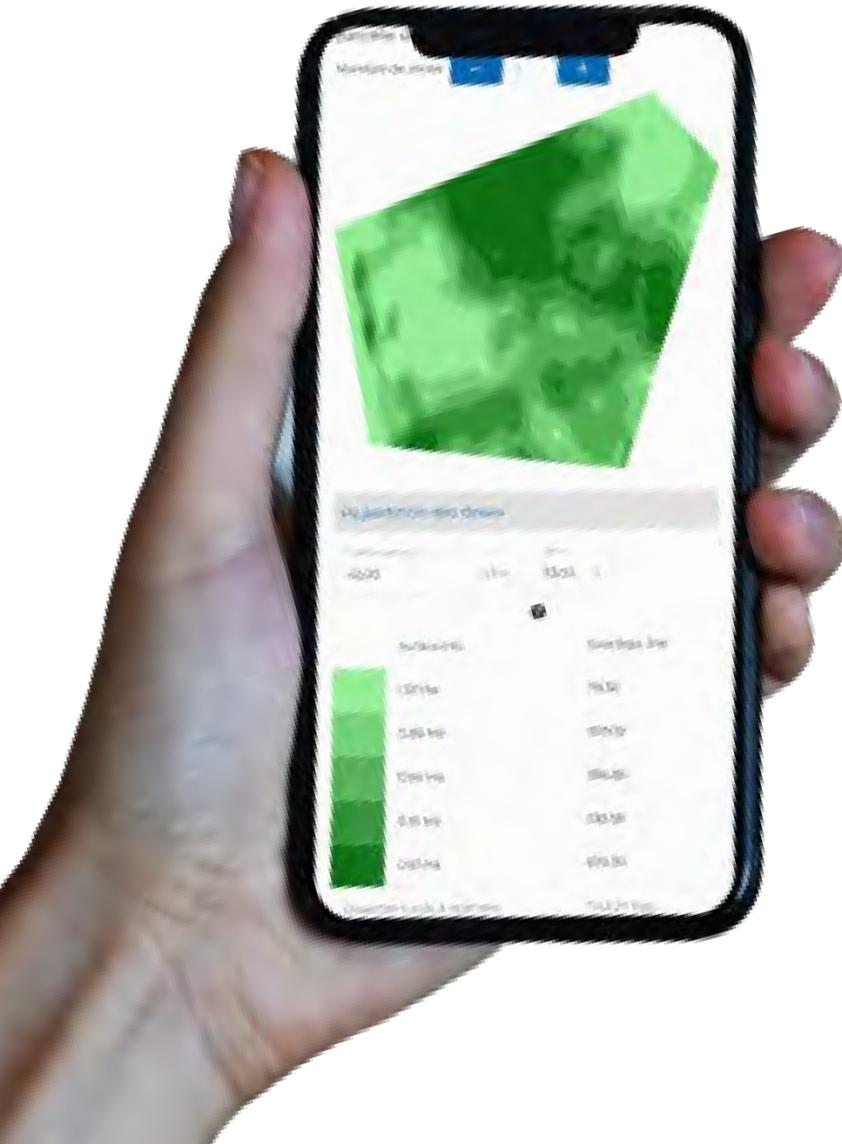
LES FONCTIONNALITÉS ISOBUS

www.aef-online.org

En savoir plus sur



spotifarm
le tour de plaine



- ✓ Cartes de végétation
- ✓ Observations terrain
- ✓ Géolocalisation
- ✓ Import Telepac
- ✓ Mesures de surfaces
- ✓ Modulation de dose
- ✓ Export vers votre console

Les bénéfices



Précis

Une image tous les 5 jours avec une résolution de 10m.



Simple

Démarrage et utilisation de l'application accessible à tous.



Unique

Un indice de végétation sur mesure pour surveiller toutes les cultures, toute l'année et sans nuages.

Essayer gratuitement



Download on the
App Store

DISPONIBLE SUR
Google Play



www.spotifarm.fr
contact@spotifarm.fr



03 44 06 71 77