SÉMINAIRE

Récolter hier, imaginer demain : regards croisés sur 10 ans de numérique pour l'agriculture

Peut-on tirer des enseignements des succès et échecs en matière de Numérique ?

Analyse de 2 cas emblématiques : le guidage GPS et les drones.



CHAIRE AgroTIC

Bordeaux Sciences Agro, Le 16 décembre 2025

Peut-on tirer des enseignements des succès et échecs en matière de Numérique ?

Quelques exemples d’innovations marquantes en agriculture

Peut-on tirer des enseignements des succès et échecs en matière de Numérique ?

Quelques exemples d'innovations marquantes en agriculture

- Ex. Robots et tracteurs autonomes



Prototype de tracteur autonome
(Université de Reading, UK)

Années 50

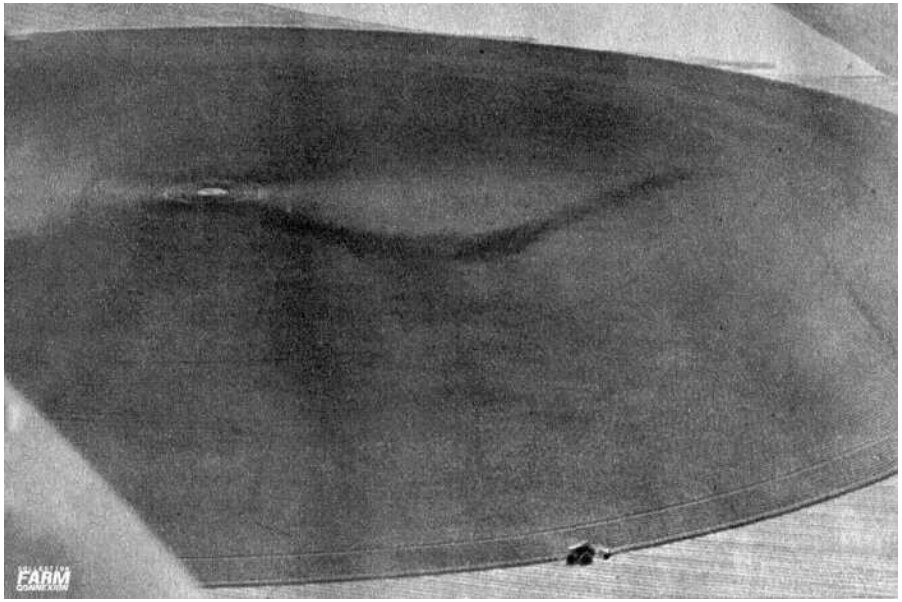
Peut-on tirer des enseignements des succès et échecs en matière de Numérique ?

Quelques exemples d'innovations marquantes en agriculture

- Ex. Robots et tracteurs autonomes

Réalisation d'un agriculteur US Guidage par disque palpeur, et travail en « escargot »





Années 50

Peut-on tirer des enseignements des succès et échecs en matière de Numérique ?

Quelques exemples d'innovations marquantes en agriculture

- Ex. Robots et tracteurs autonomes

Robot Rain
1974, la Réole
(1er robot agricole commercialisé)



Années 50 — **1974**

Peut-on tirer des enseignements des succès et échecs en matière de Numérique ?

Quelques exemples d'innovations marquantes en agriculture

- Ex. Robots et tracteurs autonomes

Age d'Or des recherches en robotique agricole : Robots de labour, de récolte, de traite,…



Magali : projet Pellenc/Cemagref Montpellier/Université Valencia

Années 50 — **1974** — **1982 – 1988**

Peut-on tirer des enseignements des succès et échecs en matière de Numérique ?

Quelques exemples d'innovations marquantes en agriculture

- Ex. Robots et tracteurs autonomes

1er Robot de traite installé en France (Robot Astronot de Lely)



Années 50 — **1974** — **1982 – 1988** — **1995**

Peut-on tirer des enseignements des succès et échecs en matière de Numérique ?

Quelques exemples d'innovations marquantes en agriculture

- Ex. Robots et tracteurs autonomes

1er Robot de désherbage (Robot Oz de Naïo)



Années 50 — **1974** — **1982 – 1988** — **1995** — **2014**

Peut-on tirer des enseignements des succès et échecs en matière de Numérique ?

Quelques exemples d'innovations marquantes en agriculture

- Ex. Robots et tracteurs autonomes

Une profusion de robots commercialisés













Années 50 — **1974** — **1982 – 1988** — **1995** — **2014** — **2025**

Peut-on tirer des enseignements des succès et échecs en matière de Numérique ?

Quelques exemples d'innovations marquantes en agriculture

- Ex. Collecte de données agronomiques / Agriculture de Précision

Peut-on tirer des enseignements des succès et échecs en matière de Numérique ?

Quelques exemples d'innovations marquantes en agriculture

- Ex. Collecte de données agronomiques / Agriculture de Précision

Beaucoup de travaux de recherche sur la variabilité intraparcellaire,
les méthodes d'échantillonnage (Grid Sampling),
les possibilités de fertiliser les sols en lien avec la variabilité intraparcellaire

Harris,J.A. (1920) Practical universality of field heterogeneity as a factor influencing plot yields. Journal of Agricultural Research, 19(7):279–314

Salter, R.M. 1938. Methods of Applying Fertilizers. 1938 Soils and Men, Yearbook of Agriculture. Washington, DC: USDA, pp. 546–562

Reed, J.F. and J.A. Rigney. 1947. Soil sampling for fields of uniform and nonuniform appearance and soil types. Journal American Society of Agronomy, 39:26–40.

Yates, F. 1948. Systematic sampling. Philosophical Transactions of the Royal Society, 241:345–378.

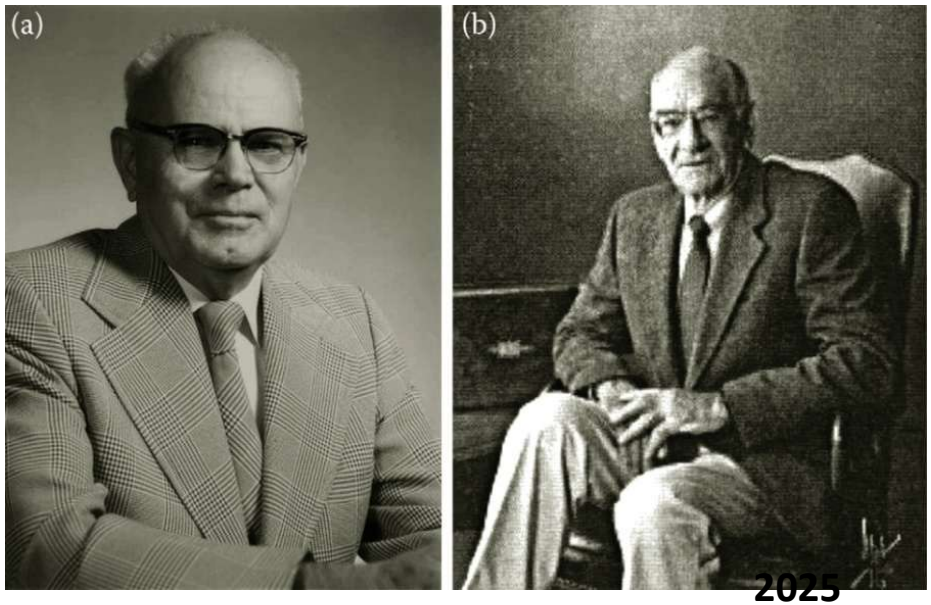
Années 20 - 50 — **2025**



Peut-on tirer des enseignements des succès et échecs en matière de Numérique ?

Quelques exemples d'innovations marquantes en agriculture

- Ex. Collecte de données agronomiques / Agriculture de Précision



S.W. Melsted (a) et T.R. Peck (b), les visionnaires qui ont contribué à jeter les bases de la modulation des doses d'engrais.

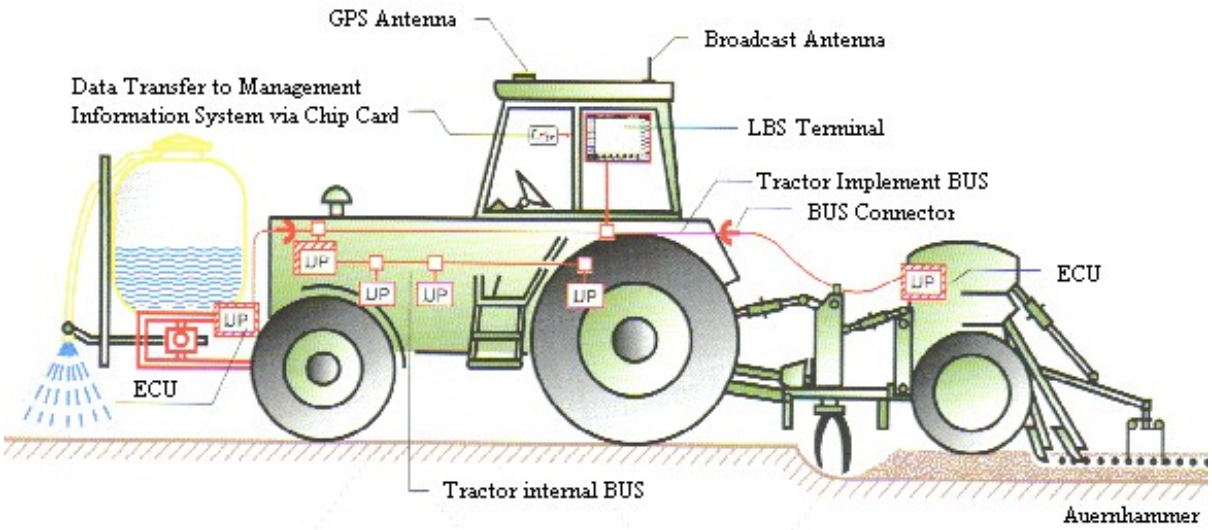
Melsted, S.W. and T.R. Peck. 1973. Field sampling for soil testing. In Soil Testing and Plant Analysis, Revised edition, Madison, WI: Soil Science Society of America, pp. 67–75.

Années 20 - 50 — **1973** — **2025**

Peut-on tirer des enseignements des succès et échecs en matière de Numérique ?

Quelques exemples d'innovations marquantes en agriculture

- Ex. Collecte de données agronomiques / Agriculture de Précision



The German standard for electronical tractor implement data communication
Auernhammer, H.

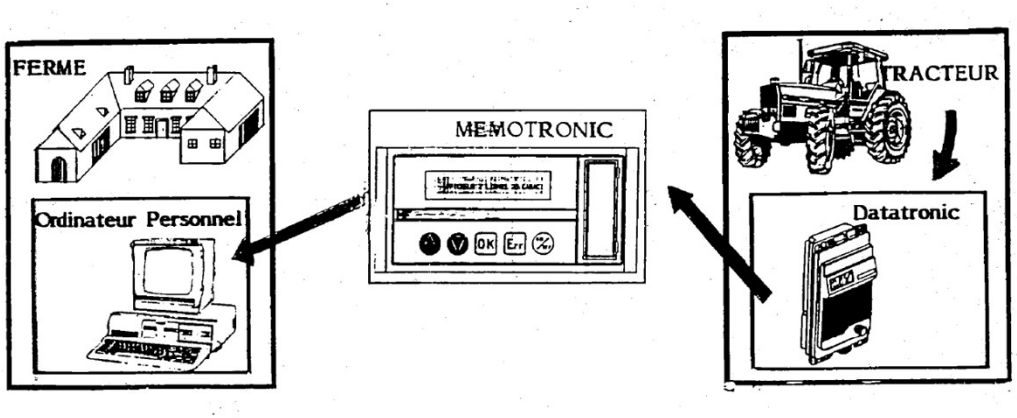
Agrotique 89
Proceedings of the second international conference, Bordeaux, France, 26-28 September 1989: 395-402

Années 20 - 50 — **1973** — **1989** — **2025**

Peut-on tirer des enseignements des succès et échecs en matière de Numérique ?

Quelques exemples d'innovations marquantes en agriculture

- Ex. Collecte de données agronomiques / Agriculture de Précision



Mémotronic (ou TRS) de Massey Ferguson)



Agrocentrale d'Agrotique ***(Pioneer-France Maïs)***

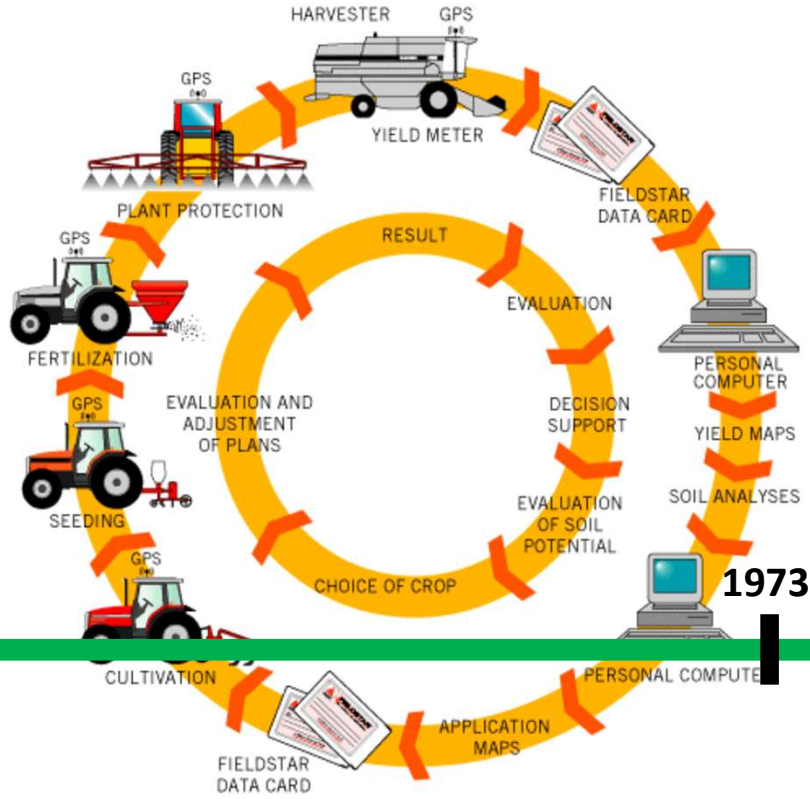
Médailles d'Argent SIMA 1990

Années 20 - 50 — **1973** — **1989** — **1990** — **2025**

Peut-on tirer des enseignements des succès et échecs en matière de Numérique ?

Quelques exemples d'innovations marquantes en agriculture

- Ex. Collecte de données agronomiques / Agriculture de Précision



An Investigation into the accuracy of yield maps and their subsequent use in crop management

Thèse de Mark Moore, Silsoe College (Direc. Simon Blackmore)

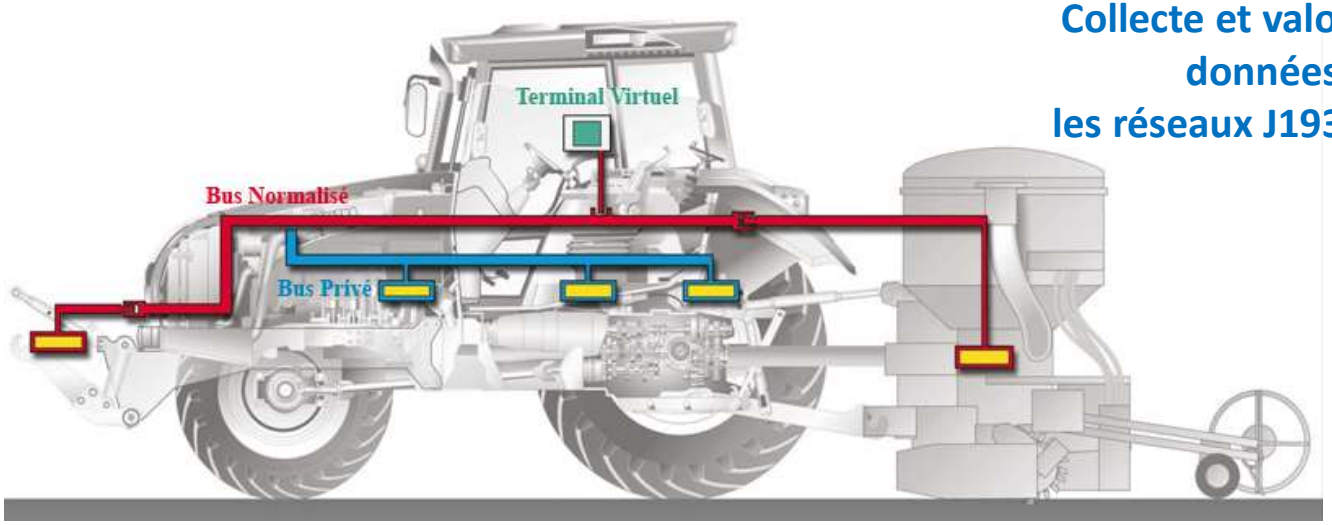
1ère cartographie de rendement = 1992 (brevet Ag Leader)

Années 20 - 50 | **1973** | **1989** | **1990** | **1997** | **2025**

Peut-on tirer des enseignements des succès et échecs en matière de Numérique ?

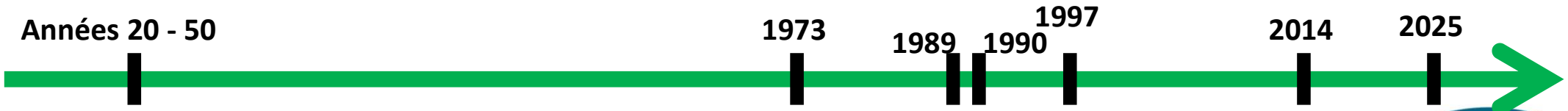
Quelques exemples d'innovations marquantes en agriculture

- Ex. Collecte de données agronomiques / Agriculture de Précision



Collecte et valorisation de données sur les réseaux J1939 et Isobus





Peut-on tirer des enseignements des succès et échecs en matière de Numérique ?

Innovations en agriculture

Un processus qui peut être très long

- **Maturité technologique (navigation/GNSS, Informatique embarquée, capteurs d'environnement)**
- **Maturité « conceptuelle »**
  - ***Définition du temps de travail ?***
  - ***Cartographie de rendement et AP ?***
- **Prise en compte des besoins des agriculteurs (analyse et compréhension)**
- **Remise en cause des pratiques**
- **Adoption / réticences**

Peut-on tirer des enseignements des succès et échecs en matière de Numérique ?

Les drones en agriculture : Emballement et désillusions

2010 : une profusion de projets mais :

« Quelle caméra dois-je utiliser ? »

« Ah bon ! La vigne n'as pas de feuilles en hiver »

- **Profils de porteurs de projets = souvent issus du monde de l'aéronautique, en reconversion professionnelle,…**
- **Méconnaissance totale ou partielle du monde agricole et des besoins**
- **Méconnaissance de la chaine de traitement**

(comment passer des images à un diagnostic ou à un conseil agronomique ?)



Peut-on tirer des enseignements des succès et échecs en matière de Numérique ?

Les drones en agriculture : Emballement et désillusions

Des Starts-up qui ont bien démarré : ex. Airinov

- **Création en 2010**
- **Porteurs du projet = Agronomes / fils d'agriculteurs**
- **Bonne connaissance du monde agricole et des besoins autour de la fertilisation azotée**
- **Une croissance rapide (CA en 2016 = 2,6 M€)**
- ***Entrée de Parrot au capital en 2014***



Peut-on tirer des enseignements des succès et échecs en matière de Numérique ?

Les drones en agriculture : Emballement et désillusions

Des Starts-up qui ont bien démarré : ex. Delair

- **Création en 2011**
- **Fabrication de drones et conception d'outils de traitement des données**
- **Présent dans 80 pays, 75% du CA hors Europe**
- **2019 : lancement du drone UX11Ag dédié à l'agriculture**
- **Grande diversité des activités**
- **Abandon du secteur agricole ?**



Peut-on tirer des enseignements des succès et échecs en matière de Numérique ?

Les drones en agriculture : Emballement et désillusions

Des Starts-up qui ont bien démarré : ex. Delta Drone

- **Création en 2011**
- **Fabrication de drones et conception d'outils de traitement des données**
- **Présent essentiellement en Afrique**
- **2023 : changement de dénomination (Tonner Drones)**
- **Grande diversité des activités**
- **Abandon du secteur agricole ?**



Peut-on tirer des enseignements des succès et échecs en matière de Numérique ?

Les drones en agriculture : Emballement et désillusions

Des Starts-up qui ont bien démarré mais ….

- **Airinov : Cessation d'activité en Juillet 2019** ***(décision de Parrot)***
- **Delair : Semble avoir cessé ses activités pour l'Agriculture de Précision depuis 2020**
  - ***Développement d'activités dans de nombreux secteurs industriels***
  - ***Conversion réussie vers les drones militaires (Ukraine)***
- **Delta Drone : Semble avoir cessé ses activités pour l'Agriculture de Précision depuis 2020**
  - ***Développement de l'activité AP en Afrique (Côte d'Ivoire) dès 2015***
  - ***Difficultés financières et évolution en cours de la société***

Peut-on tirer des enseignements des succès et échecs en matière de Numérique ?

Les drones en agriculture : Emballement et désillusions

Quels enseignements en tirer ?

- **Un marché moins porteur qu'espéré** ***(essentiellement le marché de l'Agriculture de Précision)***
- **Un maillon au sein d'un processus complexe** **(processus dont l'adoption n'était pas encore acquise)**
- **Un marché atomisé et des sites spatialement dispersés**
    - ***Choix de Delta Drone : plutôt un site de 5000 Ha en Afrique, que 100 sites de 50 Ha en France***
    - ***Faible rentabilité des services***
- **Une temporalité exigeante et des contraintes logistiques très fortes**
    - ***Des périodes d'acquisition d'images très restreintes (quelques jours par an)***
    - ***Du quasi « temps réel » en termes de production des résultats***

Peut-on tirer des enseignements des succès et échecs en matière de Numérique ?

Les drones en agriculture : Emballement et désillusions

Quels enseignements en tirer ?

- **Des technologies concurrentes matures**
  - ***les services par télédétection (Farmstar puis Sentinel,…),***
  - ***les outils de proxidétection (N'Sensor,…)***



- **Des difficultés de démarrage puis de croissance communes à toutes les stars-up**
  - ***la mono-activité est un handicap sérieux***
    (la diversification est un atout mais peut conduire à une reconversion totale)
  - ***l'augmentation du capital est un risque majeur***

Peut-on tirer des enseignements des succès et échecs en matière de Numérique ?

Les drones en agriculture : Emballement et désillusions

Quel avenir pour les Drones en Agriculture ?

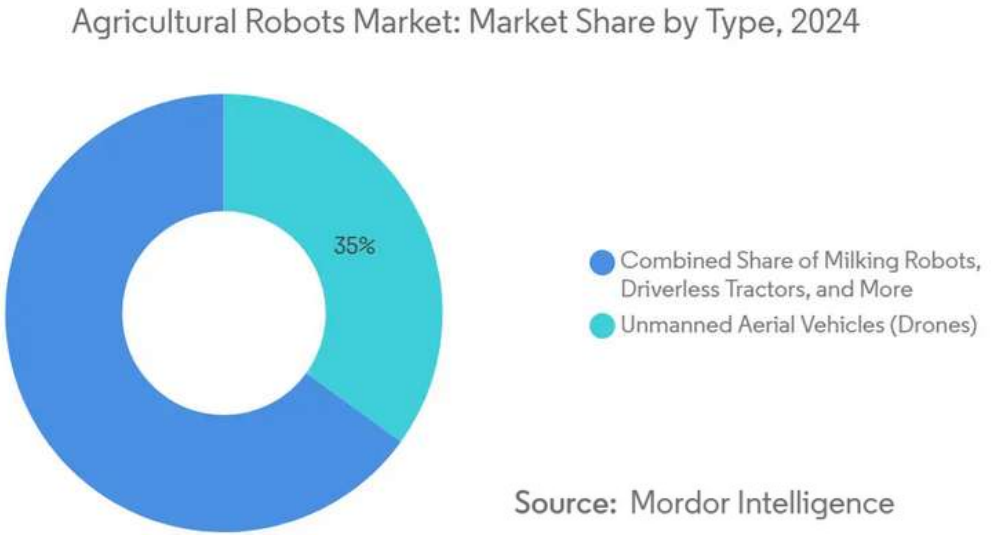
- **Un outil qui conserve une place importante**

Les drones représentent 35 % de la part du marché des robots agricoles en 2024 .

Ces drones sont principalement utilisés pour l'imagerie aérienne (détection de stress des cultures) et pour la pulvérisation modulée d'intrants.

DJI annonce que plus de 400 000 drones sont utilisés pour traiter 500 millions d'hectares dans le monde.

(source : https://www.mordorintelligence.com/fr/industry-reports/agricultural-robots-market



Peut-on tirer des enseignements des succès et échecs en matière de Numérique ?

Les drones en agriculture : Emballement et désillusions

Quel avenir pour les Drones en Agriculture ?

- **Un outil qui conserve une place importante**
- **Des usages de niches qui sont déjà couverts**





Peut-on tirer des enseignements des succès et échecs en matière de Numérique ?

Les drones en agriculture : Emballement et désillusions

Quel avenir pour les Drones en Agriculture ?



- **Un outil qui conserve une place importante**
- **Des usages de niches qui sont déjà couverts**
- **Des usages qui pourraient être autorisés**

Vers un retour de la pulvérisation par drones ?

Mais !

- **Une réglementation qui reste complexe**
- **Des exigences sécuritaires plus importantes**
  - ***Cybersécurité***
  - ***Piratage/prise de contrôle des drones porteurs de charges***

Peut-on tirer des enseignements des succès et échecs en matière de Numérique ?

GPS et GNSS : Une adoption rapide et surprenante

Décennie 90 Le GPS : un outil militaire, une opportunité pour des applications civiles

Mais ….

- ***Une faible précision (Selective Avability / Dégradation volontaire des signaux)***
- ***Une possibilité de « déroutement » des satellites (1ère guerre du Golfe)***
- ***Des difficultés de réception dans certaines configurations (zone boisée,…)***

- **Des améliorations continues :**
  - ***Le dGPS puis le GPS RTK***
  - ***la fin de la dégradation des signaux (disparition de la SA, Mai 2000)***
  - ***De nouvelles constellations (Glonass, Galileo,..) ➔ récepteurs GNSS***

Peut-on tirer des enseignements des succès et échecs en matière de Numérique ?

GPS et GNSS : Une adoption rapide et surprenante

Décennie 90 : Les premières applications agricoles / des besoins nouveaux

- ***PAC : jachères obligatoires (1992) et contrôles PAC***
- ***Arpentage par GPS (Satplan,…)***
- ***Les 1ères cartographies de rendement***

- **Le GPS : un outil essentiel pour répondre à ces nouveaux besoins**
- **Une erreur de jugement (adoption du GPS = adoption de l'Agriculture de précision)**
  - ***Ticket d'entre élevé (équipements de cartographie et de modulation spécifiques)***
  - ***Complexité et fragilité de la démarche basée sur la cartographie des rendements***
  - ***Ex. Cuma Innov 16 : Formation à l'Agriculture de Précision ➔ « il faut acheter un GPS ! »***

Peut-on tirer des enseignements des succès et échecs en matière de Numérique ?

GPS et GNSS : Une adoption rapide et surprenante

Décennie 2000 : Les aides à la conduite

- ***Apparition des barres de guidage (2002 ?)***
  - ***-) permet de supprimer le jalonnage des parcelles***
  - ***-) guidage en situation de faible visibilité***
  - ***-) système simple à utiliser***
  - ***-) système simple à installer*** *(pas de modification du tracteur)*
  - ***-) pas de remise en cause des pratiques***



Peut-on tirer des enseignements des succès et échecs en matière de Numérique ?

GPS et GNSS : Une adoption rapide et surprenante

Décennie 2000 : Les aides à la conduite

- ***Apparition des systèmes d'autoguidage RTK (2003 ?)***

  -) Diminution de la charge mentale du chauffeur

  -) Réduction des écarts entre passages

  -) Changement de pratiques de conduite

  - ***Demi-tours larges***
  - ***Bandes alternées,..***
  - ***Partage de traces GPS entre tracteurs***

  -) Différents systèmes possibles : du kit de rétrofit au système intégré dès la fabrication du tracteur



Peut-on tirer des enseignements des succès et échecs en matière de Numérique ?

GPS et GNSS : Une adoption rapide et surprenante

Décennie 2010 : Des fonctions supplémentaires / un écosystème complet

- ***Intégration sur le tracteur avec l'Isobus***
- ***Cartographies affichées sur le Terminal Virtuel***
- ***Coupures de tronçons***
- ***Modulation des doses***
- ***Demi-tour automatique / gestion des séquences***
- ***Guidage de machines*** *(plantation de vigne, bineuses,…)*
- ***Des solutions « autosuffisantes »*** *(hors processus complexe)*



Peut-on tirer des enseignements des succès et échecs en matière de Numérique ?

En conclusion

Succès ou Echecs ?

- ***Les technologies utilisées sont très récentes** (moins de 40 ans voire moins de 20 ans) !*
- ***L'analyse et la compréhension des besoins reste un élément décisif pour la réussite***
  - *-) Analyse d'autant plus délicate lorsqu'il s'agit d'une innovation de rupture*
  - *-) Pouvoir anticiper les changements de pratiques induits*
- ***Processus long tant pour le développement du produit que pour la mise en marché***
- ***Phase de « bouillonnement » puis de maturation des marchés***
- ***Des causes d'échecs souvent exogènes** (financement, concurrence,…)*
- ***Des échecs individuels mais beaucoup de succès collectifs***