



# Bienvenue !

## *Le Champ des robots*

Mercredi 24 mai 2023







INTRODUCTION par

**Nicolas PÉROTIN**  
*Vice-président de la Chambre  
d'Agriculture de la Meuse*





Pascaline PIERSON  
Pauline MANGIN  
*ARVALIS*







# La précision et la Robotique en Grandes Cultures







Qu'est-ce que l'agriculture numérique ?

Un peu d'histoire sur le numérique en grandes cultures..



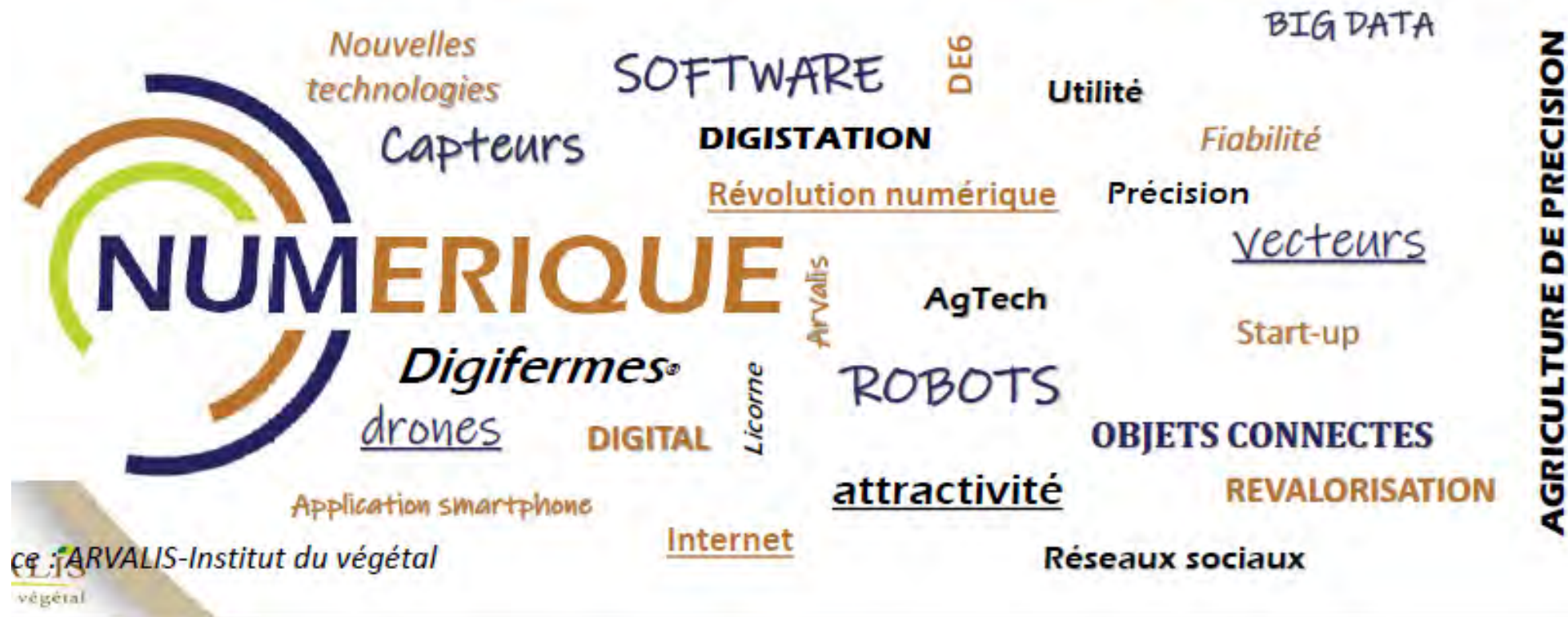
Le numérique en lien avec un projet de transition agroécologique



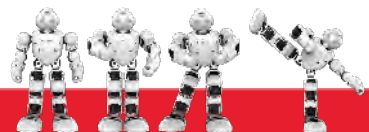


- C'est une agriculture qui utilise les technologies d'acquisition de données (satellites, capteurs, objets connectés, smartphones...), de transfert et de stockage (couverture 3G/4G, réseau bas débits terrestres ou satellitaires, clouds). **Bellon-Maurel et Huyghe (2015) (INRAE)**

Le champ d'action de l'agriculture numérique est bien vaste :



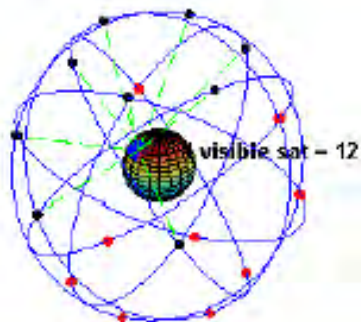
Source : Arvalis Institut du Végétal





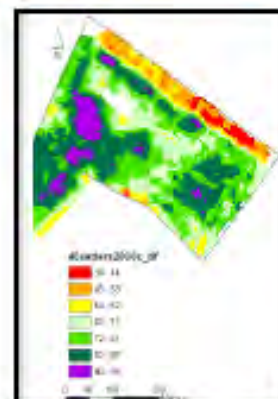
## Un peu d'histoire sur le numérique en grandes cultures

### La genèse de l'agriculture numérique : L'ouverture du GPS au civil et l'agriculture



1993

Le système GPS est opérationnel et s'ouvre à l'usage civil (précision de 100m pour les civils puis 10m en 2000)



1997

Capteurs de rendement

Connaitre le potentiel de ses parcelles



1999

Modulation N par capteur embarqué sur tracteur

Optimiser l'apport d'engrais

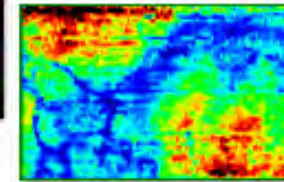
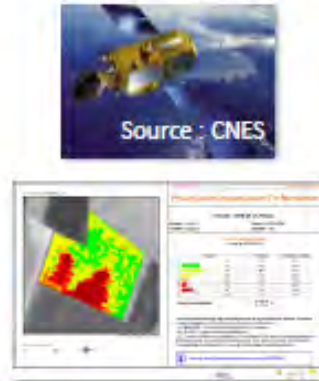




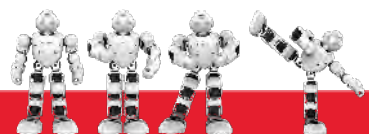


## Un peu d'histoire sur le numérique en grandes cultures

▣ L'émergence des technologies de géospatialisation et des outils d'aide à la décision (OAD)



2001	2003	2004	2005	2007	2008
ISOBUS	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Images satellites</li> <li>➤ Guidage et autoguidage</li> <li>➤ Modulation N : Farmstar®</li> </ul>	GPS RTK Transmission radio	Bineuse guidée par caméra	Caractérisation pédologique intra- parcellaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Coupures de tronçons</li> <li>➤ OAD maladies Septolis</li> </ul>
Communication entre technologies	Optimiser l'apport d'engrais	Une précision au cm près	Confort et précision du désherbage mécanique	Cartographie intraparcellaire	Optimiser l'application Intervenir au bon moment







## Un peu d'histoire sur le numérique en grandes cultures

**La précision absolue, IoT, le BIGDATA, l'automatisation, Reconnaissance par l'IA ...**



2013

Coupure de rangs de semoir

2014

Premiers robots en maraichage

2016

Explosion des capteurs, vecteurs (Sentinel 2), IOT, stations connectées, robots, automatisation

...

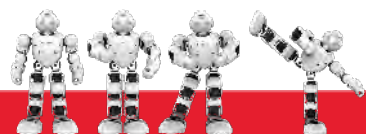
2021

Démocratisation de l'IA en Grandes cultures

2022

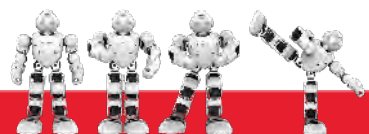
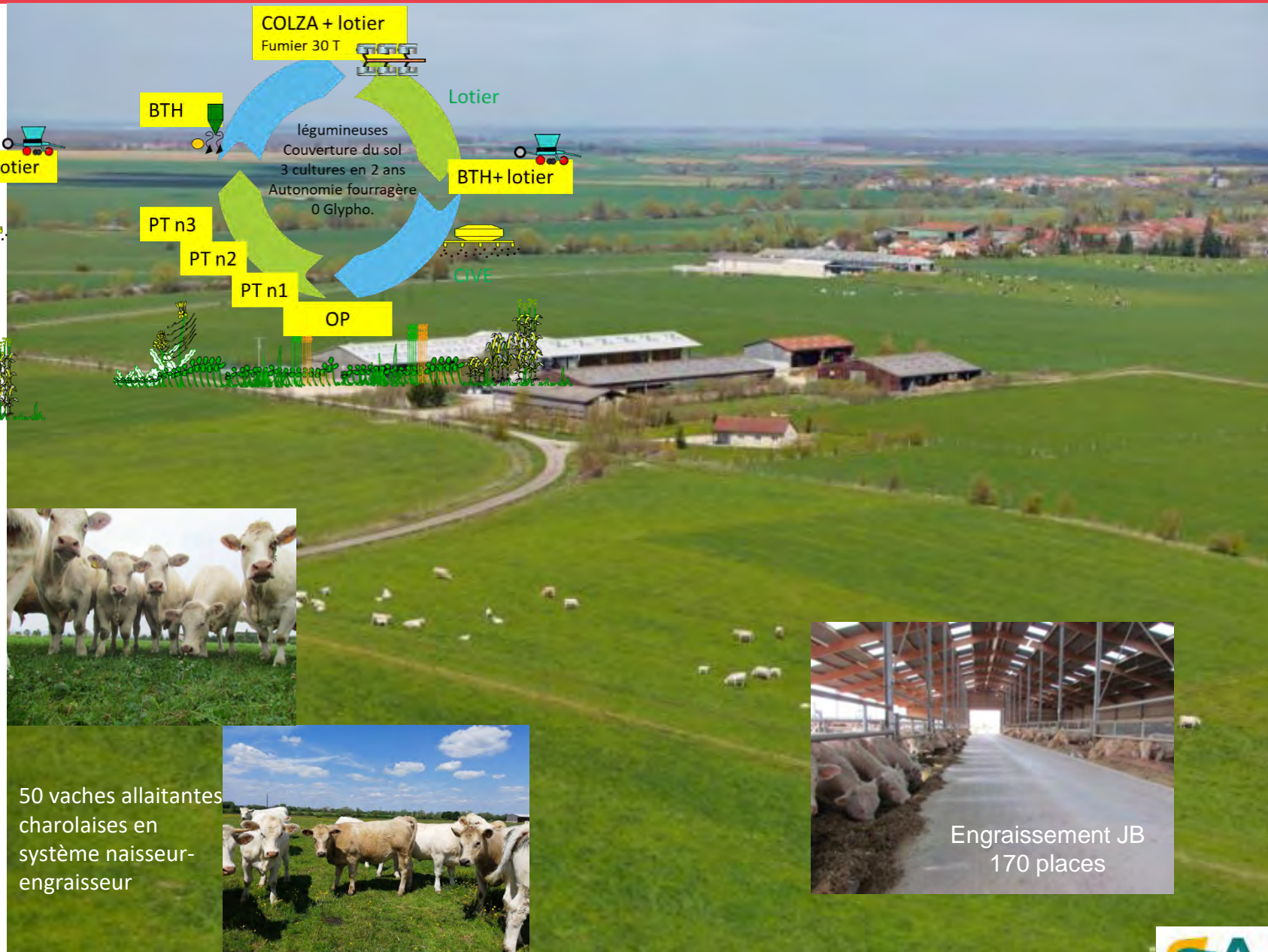
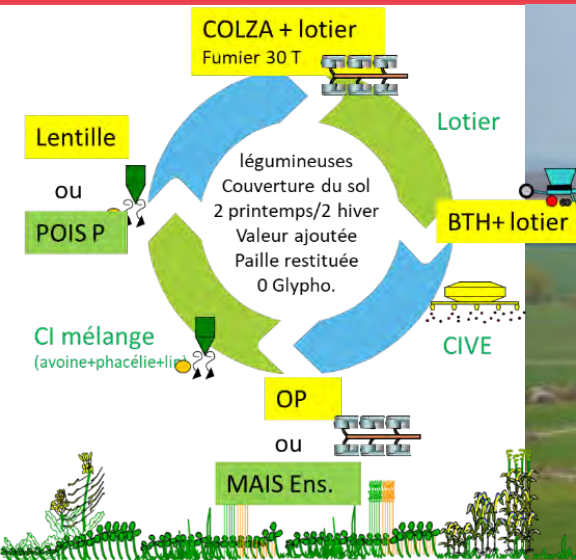
1<sup>er</sup>s tracteur autonome aux USA

Automatiser les interventions, réduire la pénibilité, cibler les interventions pour réduire les intrants, un suivi des exploitations à tous les niveaux par le BIGDATA





# La Digiferme® de Saint Hilaire en Woëvre : une STATION de RECHERCHE représentative des fermes de PE





## Ferme fertile

Complémentarité des systèmes PCE au service de la fertilité des sols

- Quel système demain sur la ferme expérimentale de SHW?
- **Productif** sur un **sol fertile** grâce à une **synergie polyculture-élevage**

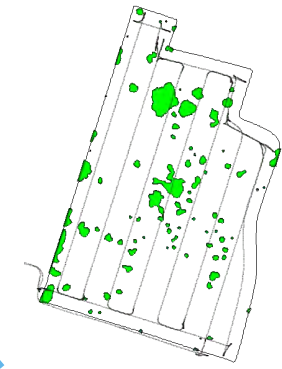
➤ **Biomasse** (grain, fourrages, plante de service, viande)  
 ➤ **Performance économique** (efficacité des processus de production)  
 ➤ **Outils filière associés**

Physique  
 Chimique  
 Biologique  
 ...

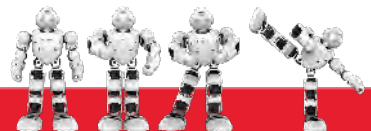
➤ **leviers de couplage d'autonomie, d'efficacité, de flexibilité ...**  
 (➤ intraconsommation dépendance intrants aliments, fertilisants ...)  
 ➤ **Approche territoriale**

Agile

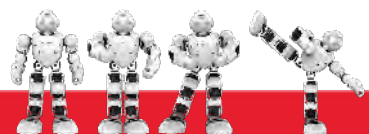
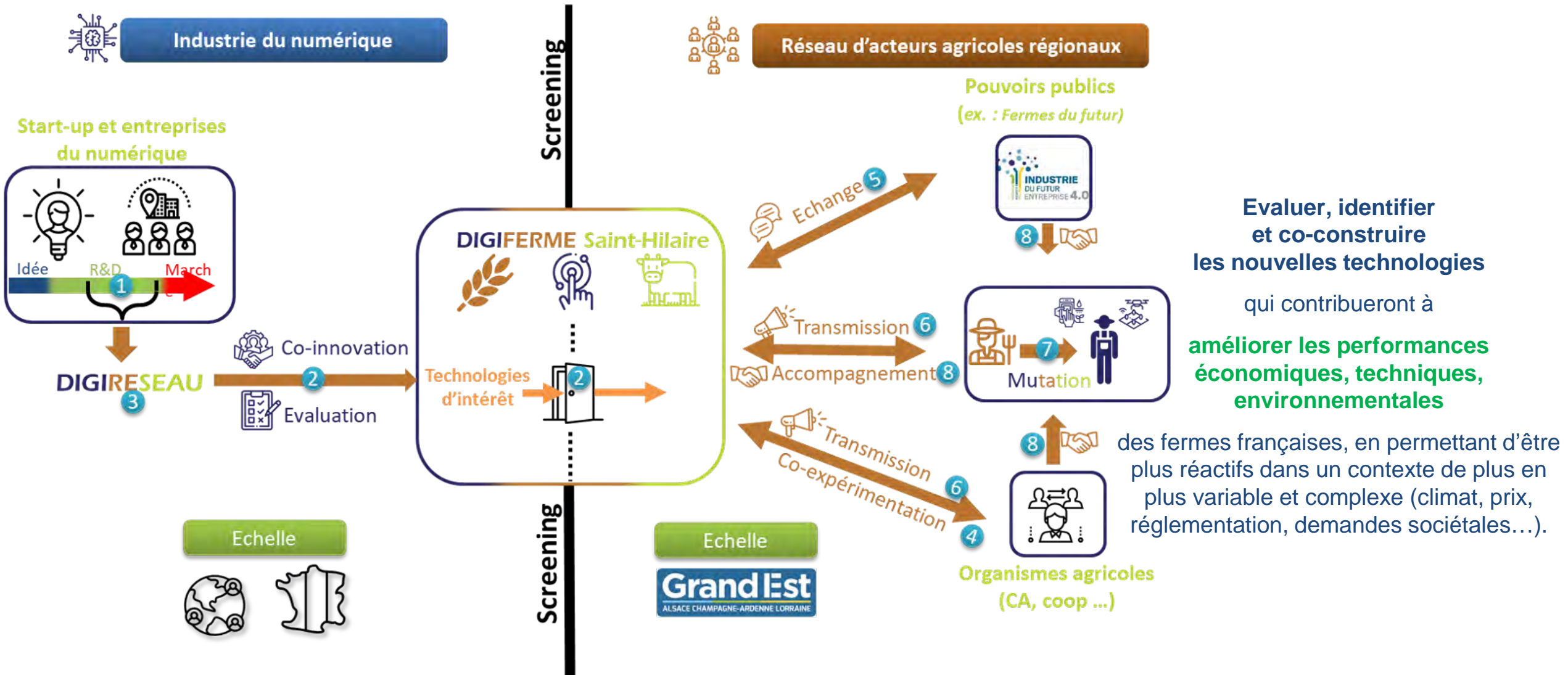
## Ferme numérique



## Ferme en transition agro-écologique









Digifermes de Saint-Hilaire-en-Woëvre  
: accompagner l'agriculture de  
demain - ARVALIS-infos.fr - YouTube

### Communication et transfert



### Désherbage



- Désherbage mécanique robotisé
- (Désherbage électrique)
- La détection et pulvérisation ciblée
- La précision de positionnement dans une parcelle

### Conception de systèmes innovants



- Produire du fourrage face au changement climatique
- fauchage de précision en inter-rangs



### Des Fourrages et l'élevage



- **Fourrages**
- Capteur infrarouges / quzlit » fourrages
- Sondes VigiThermik
- **Elevage**
- Monitoring
- (Puces connectées)
- Clôture virtuelle

### La prise de décision



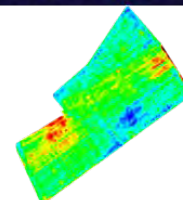
- Tableau de bord
- Outil Web multicritère
- Tests d'applications smartphones (géolocaliser les agriculteurs et optimiser leur temps de travail)

### La lutte contre les bioagresseurs

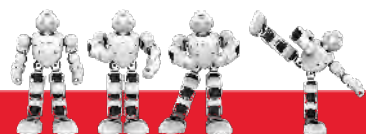


- Pièges connectés (E-Gleek; LimaCapt)
- évaluation et amélioration d'algorithmes

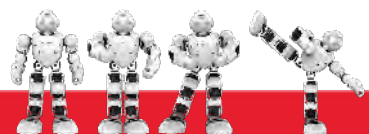
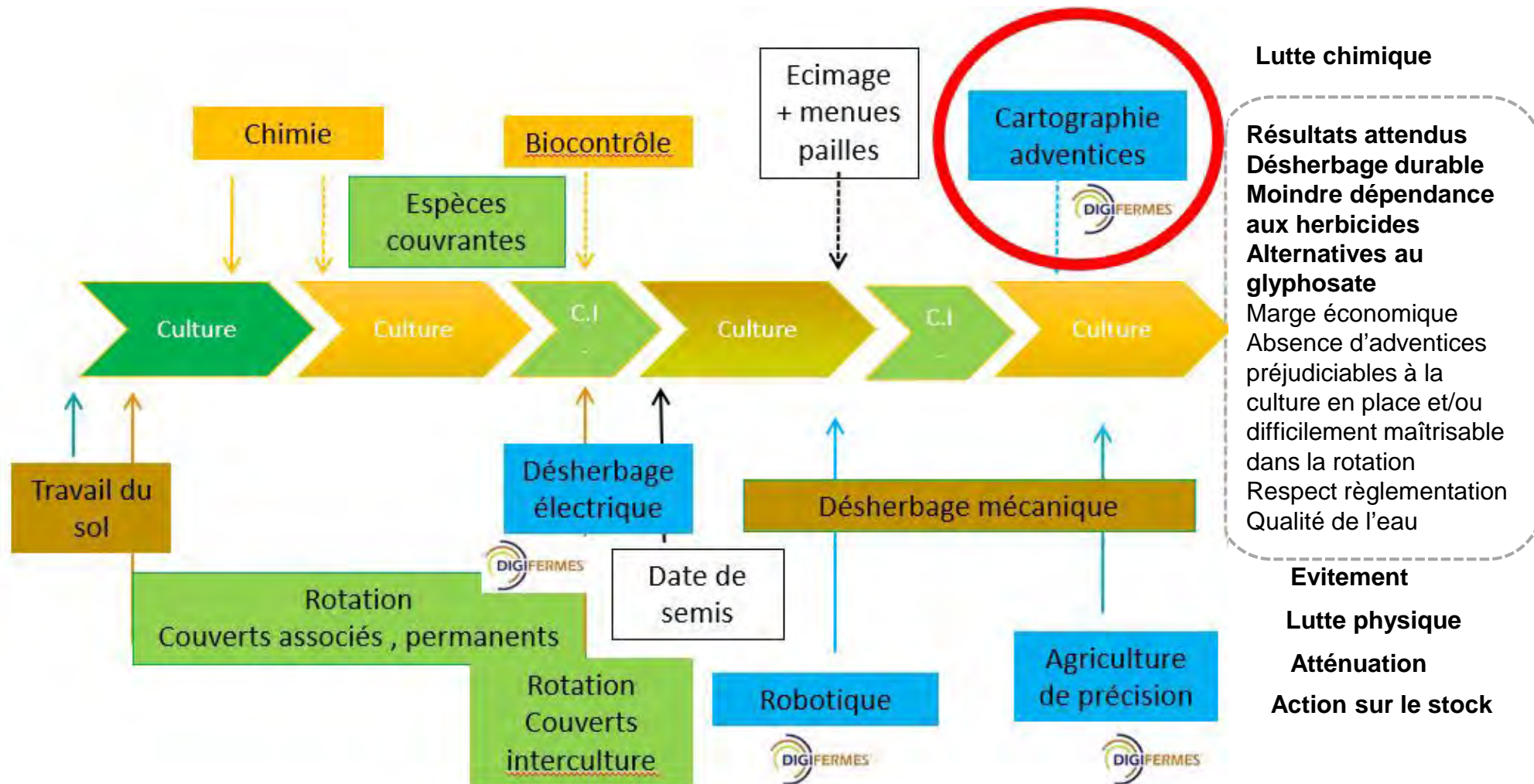
### Du sol et des ressources



- Méthodes de Caractérisation : IR
- La modulation base RU (densité semis, mélanges variétaux)
- Pilotage dynamique de la fertilisation azotée via capteurs









2018 à 2020

2020 à 2023

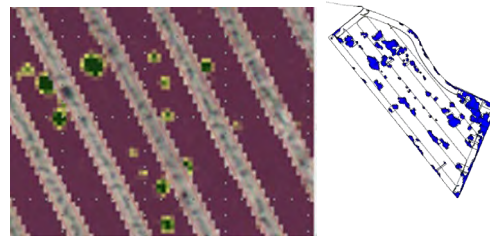
Ecorobotix



Dino de Naïo

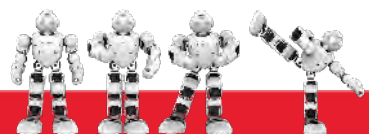


Telespazio / Delair Tec



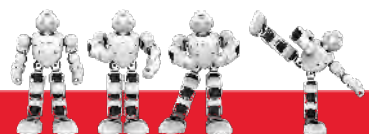
Désherbage ciblé

Désherbage électrique





- L'objectif est de localiser les adventices présentes dans une parcelle et de ne traiter que ces zones avec le produit adéquat.
- Technique bien adaptée aux traitements par taches et applicables à de nombreuses plantes vivaces qui ont des modes de développement en rond (le chardon, liseron des champs, sorgho d'Alep, rumex,...) dès lors que la solution chimique existe.
- Réduction des quantités appliquées à la parcelle (Ecophyto 2025) vs traitement sur la surface entière.
- La prise en compte de cette technique par les autorités décisionnaires.





Carte de localisation  
des adventices



adventive spécifique  
Tout sauf culture en place

Il existe deux catégories d'algorithme :

- Localisation d'une adventice spécifique
- Localisation de tout ce qui n'est pas de la culture

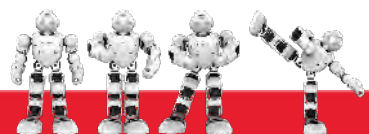
Leurs performances sont variables mais dans tous les cas, ils sont améliorables et ne constituent pas un frein à la technologie.



Détection puis application : Temps différé



Détection et application en même temps

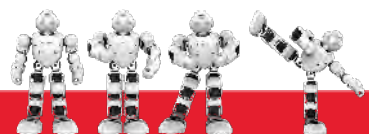




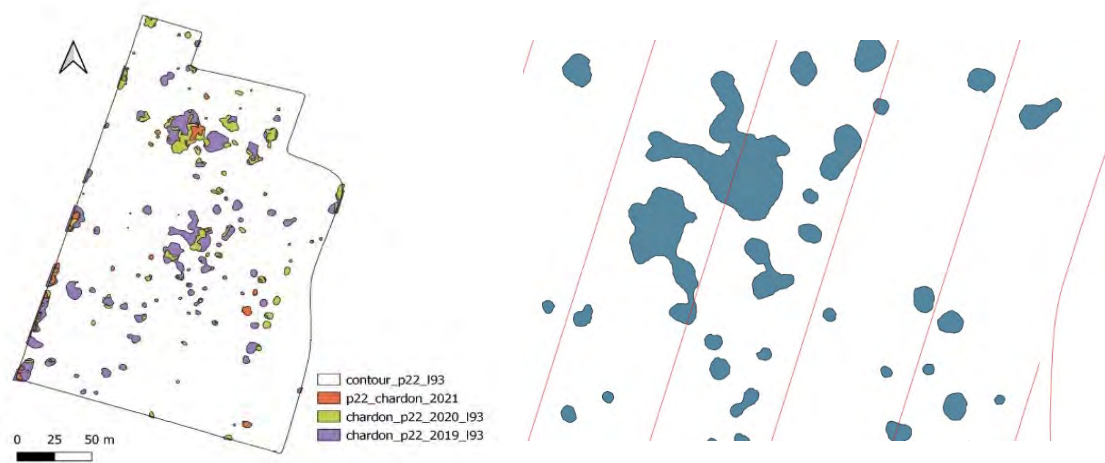
/ chardon sur maïs

	Adventice détectée par capteur	Pas d'adventice détectée par capteurs
Adventice sur le terrain	29%	0.5%
Pas d'adventice terrain	21%	49.5%


80% de bonnes détections  
 42 points identifiés comme des adventices par le capteur  
 mais qui n'en sont pas sur le terrain (faux positifs)  
 1 seule adventice oubliée sur 200 points








- Potentiel de réduction des PPP élevé (en surface traitée)-




 Technique intéressante agronomiquement sur adventices se développant en taches (vivaces principalement)

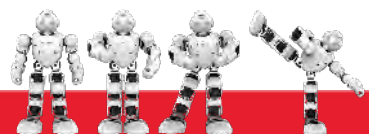
 Rentabilité assurée dès 50% de surface traitée dans les parcelles concernées malgré un surcoût de 84000€ HT

**L'équilibre de la marge dans l'exploitation est permis par:**

- 1 2 3 Un choix judicieux du mode de propriété (à adapter au cas par cas)
- ☉ Les économies engendrées par la réduction des herbicides utilisés

**La rentabilité économique de ce système dépend de:**

-  La SAU concernée par la pulvérisation ciblée et du taux de propriété de l'outil
-  Du nombre de cultures et de traitements réalisables en tenant compte des limites de main d'œuvre et de jours disponibles
-  Du pourcentage de surface d'adventices détectées et donc de surface à traiter







## TABLE RONDE

### *Retours d'expériences robotique en culture*

- Ophélie FORTES DA CRUZ - MSA
- Pascaline PIERSON - Arvalis
- Franck GAUDICHAU - CRA Ile de France
- Nicolas HOTTIN - Agriculteur (91)





Retour d'expérience robotique en culture

## Organisation et « relation » de travail avec le robot

Ophélie FORTES DA CRUZ

*Ergonome MSA Marne Ardennes Meuse*

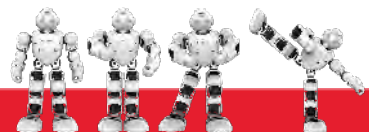
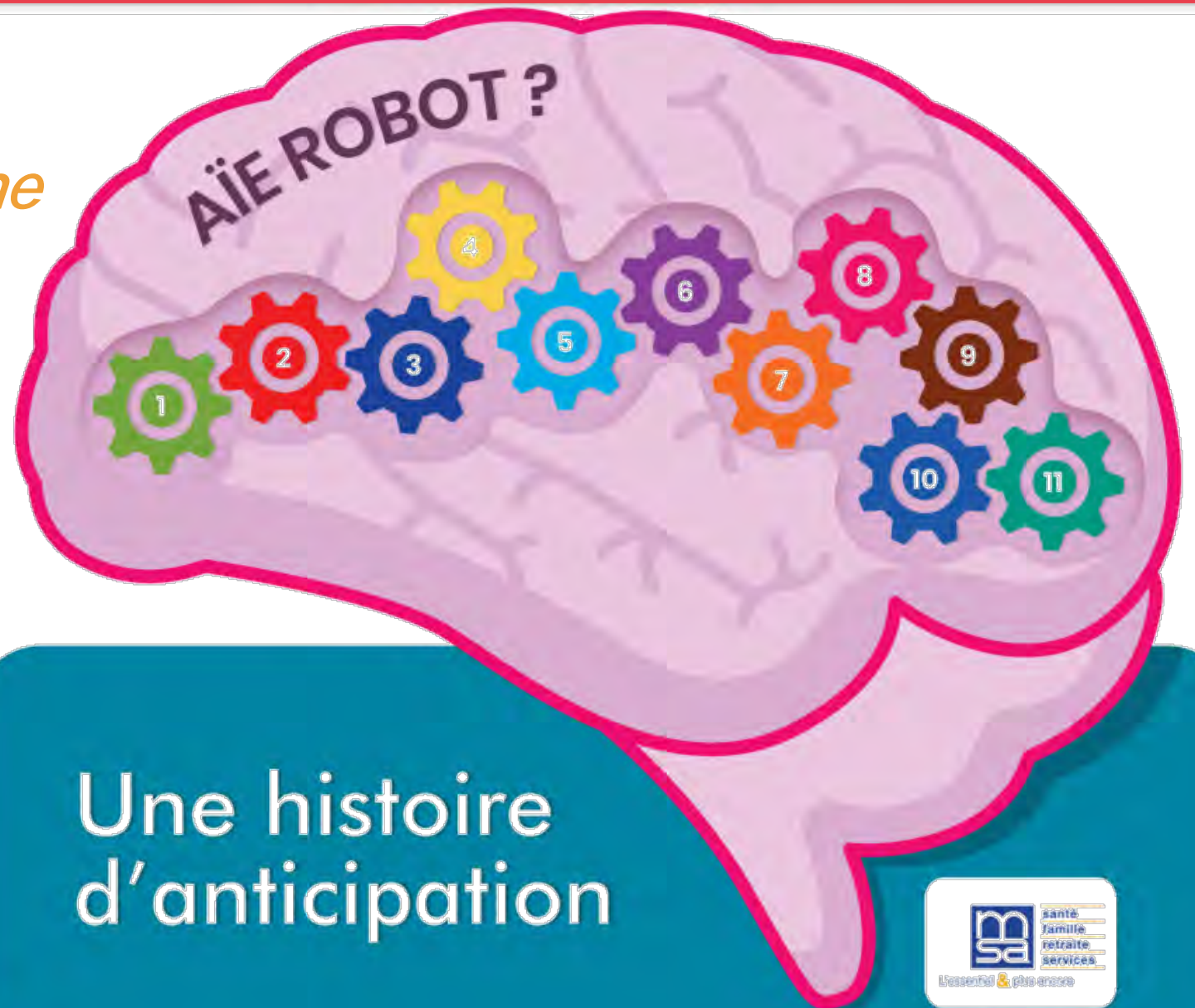




# Processus de réflexion

*11 étapes à suivre pour une bonne implantation*

1. Tâche concernée
2. Gains recherchés
3. Avantages et inconvénients
4. Capacité de financements
5. Choix du robot
6. Plan d'implantation et besoins en formation
7. Désignation de l'utilisateur
8. Mise ne place du robot
9. Formation des utilisateurs
10. Tests ajustements
11. Evaluation





Pour en savoir plus



SCAN ME

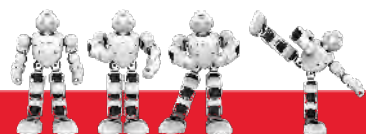


Témoignages vidéo d'exploitants agricole conseillés  
et accompagnés dans leur projet par la MSA

Lors d'un projet d'installation, optimisation du système de  
l'exploitation

Suite à une problématique de TMS (troubles  
musculosquelettique) au niveau des épaules.

*Retrouvez nous dans le village au stand 3*





Pascaline PIERSON  
*ARVALIS*







**Franck GAUDICHAU – Chambre Agriculture  
Région Ile de France  
Nicolas HOTTIN – Agriculteur (91)**







Retour d'expériences

# La ferme pilote innovation de la Chambre d'Agriculture de région Ile-de-France








Farmdroid

Ecorobotix

Nicolas HOTTIN, agriculteur à  
BOUTIGNY sur ESSONNE

Franck GAUDICHAU, conseiller grandes cultures  
Chambre d'Agriculture de région Ile de France





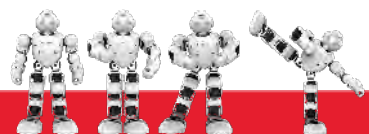
# Farmdroïd



2<sup>ème</sup> année de test dans 4 exploitations  
dont 2 en bio

Semis & désherbage mécanique

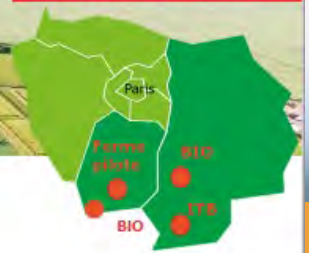
Betteraves sucrières et colza







# FARMDROID



## PRÉSENTATION

- Robot semeur et désherbeur autonome auto-alimenté par 4 panneaux solaires qui assurent jusqu'à 24 heures de fonctionnement quotidien.
- Équipé de 2 antennes GPS R.T.K reliées à une balise qui rayonne jusqu'à 10 km. Cette technologie embarquée permet au robot de cartographier au cm près le semis réalisé. L'emplacement exact de chaque graine est ainsi enregistré.
- La cartographie du semis permet ensuite à l'agriculteur de programmer précisément le passage du robot pour le désherbage de la parcelle entre rang et sur le rang.
- L'agriculteur peut suivre et guider en temps réel le robot depuis son smartphone.



▲ Cultures semées : betteraves, oignons, colza, légumes, chicorée...

## INTÉRÊT ET ENJEUX

- ✓ Solution de désherbage mécanique de précision en betterave
- ✓ Réponse au manque de main d'œuvre sur les exploitations agricoles
- ✓ Un gain de temps pour l'agriculteur
- ✓ Réduire l'utilisation des herbicides en betteraves

## OBJECTIFS DE L'ESSAI

- Vérifier que le robot permet une réelle efficacité de désherbage sans intervention chimique ou avec une intervention partielle
- Evaluer la rentabilité du robot.
- Estimer le temps de retour sur investissement
- Jauger si cette technologie est accessible en termes de prix en comparaison aux bénéfices qu'elle procure
- Déterminer les limites du Farmdroid



# FARMDROID



## RETOURS DE TESTS

Désherbage classique	Désherbage Farmdroid
4 désherbages chimiques IFT = 3,62	8 binages autonomes au Farmdroid
96 000p/ha à la levée	91 875 p/ha à la levée
	86 700 p/a après binage
Note efficacité RG : 9	Note efficacité RG : 8
Note efficacité dicot : 8 (chénopodes présent mais tassés)	Note efficacité dicot : 8 (chénopode sur le rang + développés)
206 €/ha désherbage	1 237 €/ha robot (amortissement inclus)



Le robot est efficace dans la maîtrise des adventices, il permet une réduction des IFT herbicides et présente une bonne autonomie de fonctionnement. Il aura d'autant plus d'intérêt en bio où il pourra être rapidement rentabilisé comparé aux de la main d'œuvre pour le désherbage. En revanche, en conventionnel, face à d'autres technologies qui permettent de travailler des surfaces plus grandes, il est moins compétitif. Dans nos essais en 2023, il a fallu appliquer un insecticide et un antigaminées sur la parcelle, ce qui crée des traces où les couteaux du robots seront moins efficaces. Par ailleurs il est très sensible à la météo qui peut bloquer totalement son fonctionnement.

Franck GAUDICHAU, Conseiller grandes cultures CARIDF

## Ce que nous retenons

- Solution entièrement autonome
- Réduction du travail manuel considérable
- Réduction de l'utilisation des herbicides
- Efficacité du désherbage validée
- Travail sur maximum 20ha
- Dépendant des conditions météo
- Pas d'intégration de cartes numériques à ce jour
- Mise en place des limites de la parcelle minutieuse
- Premier essai non concluant en conditions humides sur colza
- Lit fin de semences impératif pour assurer le succès de la levée.
- Pas de semis en courbe
- Gains de rendement non significatifs, rentabilité en conventionnel moindre

## POINT ÉCO

Montant de l'investissement : 100 950 € HT

	Coût (€/an)	Surface cultivée (ha)	Coût (€/ha/an)
Robot Farmdroid	20 190	20	1010
Frais de fonctionnement annuel	4541	20	227
<b>TOTAL</b>	<b>24 731</b>	<b>20</b>	<b>1237</b>

- Avec un coût annuel total de 1237 €/ha/an, l'utilisation du robot Farmdroid sans meilleure valorisation du prix de la betterave ne permet pas de rentabiliser l'achat et les frais de fonctionnement du robot. Il faut pouvoir l'utiliser sur plusieurs cultures différentes.
- Plus de 10 ans de durée de vie pour les composants majeurs (indiqué par le fabriquant)





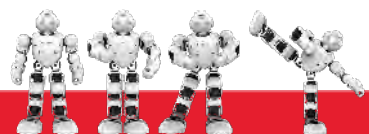
# Ecorobotix



Test sur la ferme pilote innovation

Désherbage ultra localisé

Betteraves, maïs, all green, oignon, ....





## i PRÉSENTATION

Pulvérisateur haute précision développé par Ecorobotix, qui permet l'application ultra-ciblée d'herbicides, de fongicides, d'insecticides ou d'engrais.

- Pulvérisation de surface jusqu'à une précision de 6 x 6 cm pour toucher uniquement la plante cible
- 4 ha par heure, jour et nuit à une vitesse de 7 km/h maximum
- Compatible avec les principaux types de cultures: herbages, légumes de plein champ, grandes cultures, gazons...
- Largeur de pulvérisation de 6 mètres avec une rampe de 156 buses, espacées de 4 cm
- Possibilité d'analyser et de comparer les données des traitements
- Système d'attelage conventionnel avec une cuve à l'avant
- Gestion du mode de pulvérisation par tablette



## 💡 INTÉRÊT ET ENJEUX

- ✓ **ARA peut permettre de réduire considérablement l'utilisation de produits phyto**
- ✓ **Diminuer les charges de produits phytosanitaires**
- ✓ **Réduction de la dérive**
- ✓ **Levier pour la protection des aires de captages**

## 🎯 OBJECTIFS DE L'ESSAI

- Vérifier que le pulvérisateur est efficace en termes de désherbage
- Etudier la diminution réelle de produits phytosanitaires utilisés
- Evaluer la rentabilité et le temps de retour sur investissement
- Jauger si cette technologie est accessible en termes de prix en comparaison aux bénéfices qu'elle procure







Etat des lieux

# Philippe POTIER

*RobAgri*







Mutualiser des connaissances pour répondre  
aux défis de l'agriculture :  
Agroécologie, main d'œuvre et compétitivité

*Exemple à travers le Grand défi robotique agricole et la réglementation*

Philippe POTIER- RobAgri





# Associer industriels, chercheurs et agriculteurs, Créer des synergies Françaises et Internationales



Start ups



Industriels



Recherche



- Produire des connaissances communes
- Promouvoir une vision pour la robotique agricole
- Représenter la filière auprès des institutions

Agriculteurs





# Les solutions de nos membres



AgreenCulture



Aisprid



Carré



Ecorobotics



Exxact Robotics



Instar



Jeantil



Kuhn



ManuRob



Meropy



Naïo



Octopus



Osiris



Sabi Agri



Sitia



Sylektis



ToutiTerre



Vitibot



Vitrover



Yanmar

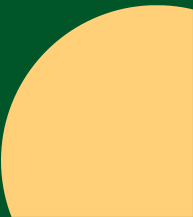


Zasso



# 85 Membres

## A. Industriels et Start-ups





# 85 Membres

## B. Equipementiers





# 85 Membres

## C. Instituts techniques et de recherches





# 85 Membres

D. Agriculteurs

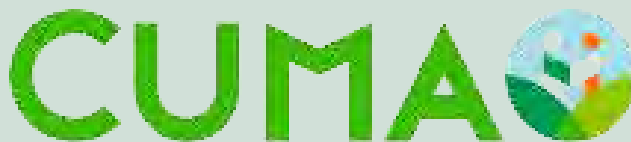


**BlueWhale®**



**FNAMS**

**cérésia**



LA PUISSANCE DU GROUPE



**SOFIPROTEOL**





# Représenter le secteur auprès de l'Etat : une première reconnaissance

Transférer les technologies de la recherche vers l'industrie

Tester les performances des robots

Normes pour la  
sûreté



Répondre aux besoins  
des agriculteurs  
Quels nouveaux  
systèmes d'exploitation  
agroécologiques



# 8 Missions

S1 - Veille scientifique et technologique



Besoins des agriculteurs et Agroécologie

S2 - Développer de nouvelles solutions robotiques à travers des consortiums

S3 - Mise en place de d'outils logiciels et infrastructures communes

S4 - Développer des bibliothèques d'algorithmes



S5 - Mise en place de plateformes robotiques ouvertes :



S6 - Test et évaluation des performances



Capteurs, traversabilité



S7 - Normes FR/EU



Directive machines  
ISO 18497



S8 - Promotion & diffusion



# Quels bénéfices pour les adhérents ?



Informations sur le secteur



Représentation et relais auprès de l'Etat, de L'Europe, de l'OCDE...



Partage des demandes de partenariats reçues par RobAgri



Production de connaissances mutualisées



Une assemblée générale annuelle



RobAgri



# Principales actions et résultats

- 2020 => 10 propositions à l'Etat français pour développer la robotique Agricole
  - 2022 – 2024 => 21 M€ Appel d'offres de l'Etat français pour tester des robots sur le terrain
  - Depuis 2020 => Membre du groupe de travail tracteur de l'OCDE
  - Depuis 2019 => Sécurité des fonctions autonomes : Membre du CEMA PT4 groupe de travail MIXTE AXEMA/RobAgri
  - A partir de 2023 => Test avec l'état français : Expérimentation France : Traversée sécurisée de certains chemins publics
  - 2023 – 2027 => 21 M€ COMPETITIVITE & ACTIONS DE MUTUALISATION
    - nouveaux modes de culture agroécologiques
    - nouvelles machines et technologies compétitives



# Les groupes de travail



## Participation aux Groupes de Travail

- Cartographie des besoins et compétences des adhérents
- Tests & essais des performances
- Eco-efficience de la robotique agricole
- Réglementation e& Standardisation
- Bibliothèque d'Algorithmes
- GNSS et positionnement précis



Proposition de nouveaux Groupes de Travail



**Le Grand Défi :**

**déployer des itinéraires agro écologiques intégrés**

**à fort impact,**

**compétitifs,**

**intégrant la robotisation,**

**d'ici 2027**



# De l'optimisation à la reconception des systèmes de production





# Agro écologie et robotique

## Intrants

Efficienc

Systematiser la surveillance des cultures

Ecosysteme de capteurs

## Interactions avec le milieu



Entretien et bénéficier des conditions favorables



Favoriser les auxiliaires naturels et biocontrôle



Désherber au stade plantule

Agriculture / Opérations de précision

Eco efficience: ACV

## Maximiser la biomasse produite et carbone stocké dans le sol ou Co2 économisé

Evaluer les quantités

Donner de la valeur aux pratiques Agro Eco

Ex: cultures dérobées mosaïques paysagères, agroforesterie, permaculture..

## Fournir des services directs au citoyen

Santé: pollen, pollution..?

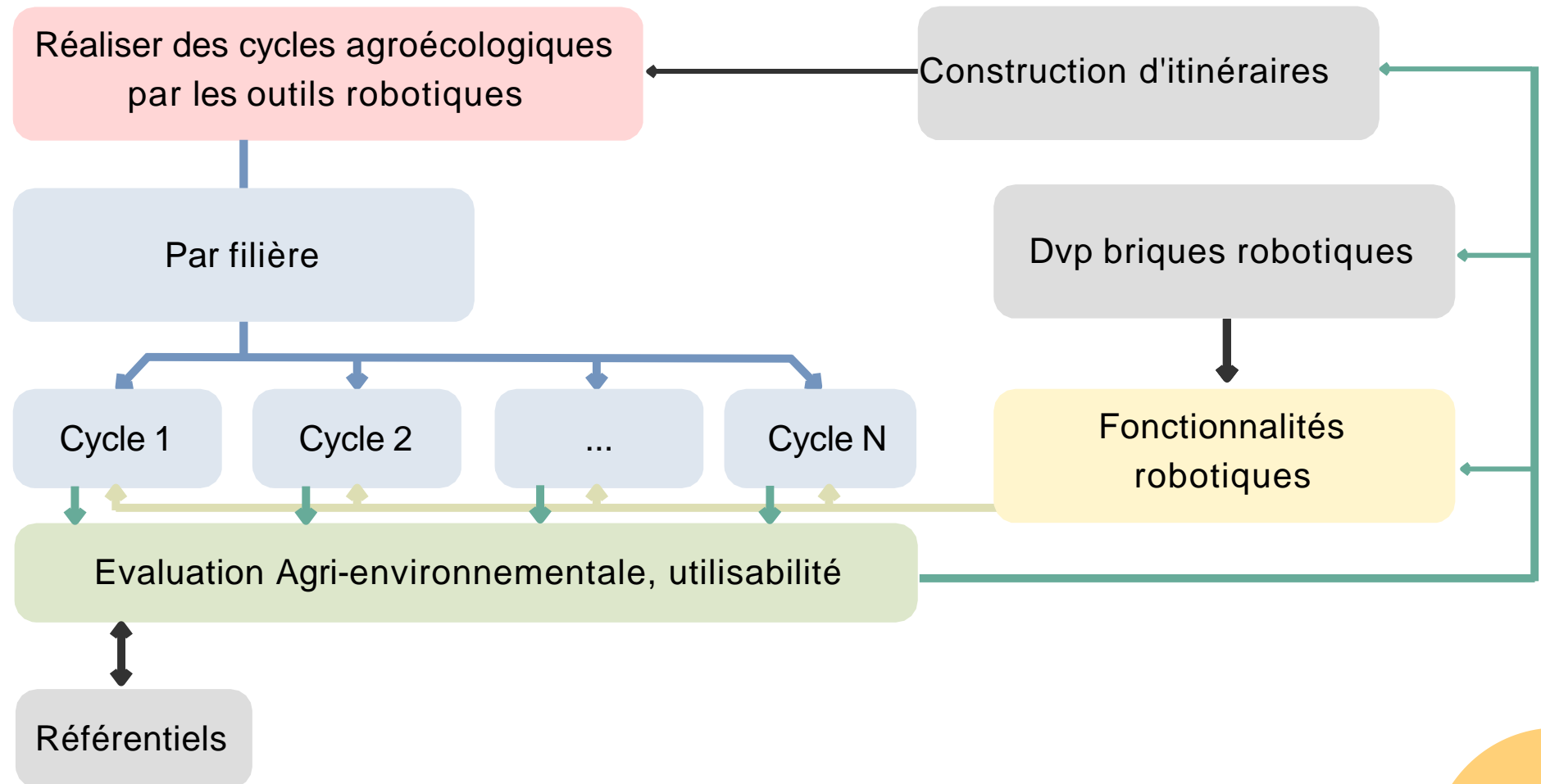
Transférabilité des Bulletins santé végétal au grand public ?

Presented with XMind



# RobAgri

# Des allers-retours réguliers entre test terrain et développement de briques mutualisées

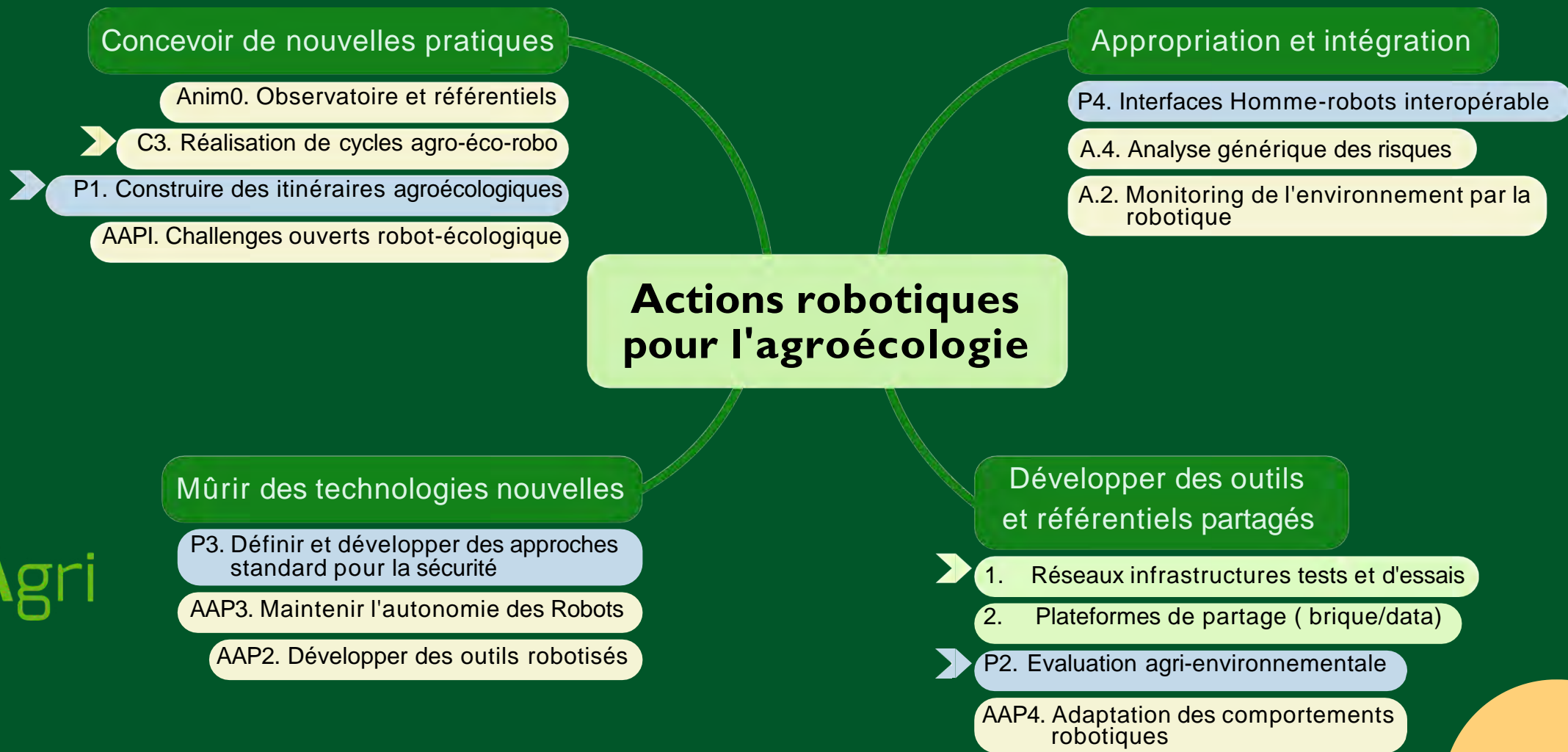




# Structuration du Grand Défi

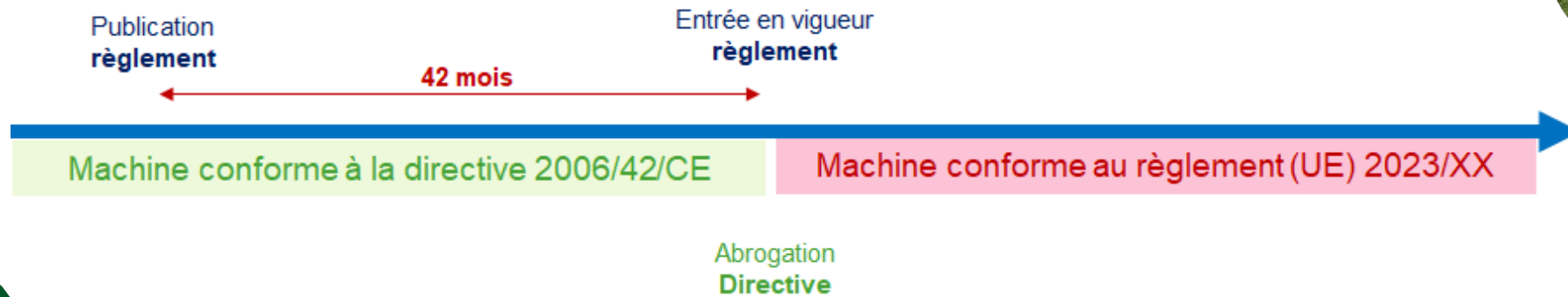
14 actions autour de 4 types

- Anim0 - Actions d'animations
- P - Projet financé de gré à gré ( Flagships)
- C - Actions collectives
- AAP - Appels à projet



**RobAgri**

# Nouveau règlement machine à venir en 2023 : obligatoire en 2028



Source : AXEMA Guillaume Bocquet

- L'actuelle directive machine date de 2006
  - Basée sur analyse de risques et autocertification sauf annexe 4 Exigences essentielles de sécurité
- Impossible d'appliquer le nouveau règlement avant 2028
- Le statut du superviseur de mission est désormais défini



# Focus sur les éléments généraux de sécurité

## Elements généraux

### Annexe I : Procédures d'évaluation de la conformité spécifiques

Partie A : Certification par tierce partie obligatoire pour:

- Dispositifs amovibles de transmission mécanique, y compris leurs protections.
- Protecteurs des dispositifs amovibles de transmission mécaniques.
- Ponts élévateurs pour l'entretien des véhicules.
- Machines portatives à cartouches et autres machines à chocs.
- Composants de sécurité à comportement totalement ou partiellement auto évolutif utilisant des approches d'apprentissage automatiques pour assurer les fonctions de sécurité.
- Machines intégrant des systèmes au comportement totalement ou partiellement auto évolutif utilisant des approches d'apprentissage automatique et assurant des fonctions de sécurité qui n'ont pas été mises sur le marché de manière indépendante, en ce qui concerne uniquement ces systèmes.

Partie B: Certification par tierce partie obligatoire sauf si existence d'une norme harmonisée couvrant toutes les exigences essentielles.



# Focus sur la supervision

## Exigences essentielles (Annexe IV)



## Supervision et fonctions de supervision

- Le cas échéant, les machines autonomes doivent disposer d'un superviseur.
- Si superviseur :
  - La machine ne doit pas démarrer sans avoir la fonction supervision activée.
  - Le superviseur doit recevoir suffisamment d'information pour avoir une vision complètement et précise du fonctionnement, du mouvement et du positionnement de la machine dans sa zone de déplacement.
- Pour les machines autonomes, le système de commande doit être conçu pour exécuter les fonctions de sécurité par lui-même, même lorsque les actions sont commandées à l'aide d'une fonction de supervision à distance.





# Comité de direction actuel ?

## Président de RobArgi:

Christophe AUBE

- [christophe.aube@agreenculture.fr](mailto:christophe.aube@agreenculture.fr)



## Trésorier de RobArgi :

Xavier LEBLAN

- [xavier.leblan@guide-gnss.com](mailto:xavier.leblan@guide-gnss.com)



## Vice Président de RobArgi:

Xavier REBOUD

- [xavierreboud@inrae.fr](mailto:xavierreboud@inrae.fr)



François CARPENTIER

- [francois.carpentier@ceresia.fr](mailto:francois.carpentier@ceresia.fr)



# MERCI POUR VOTRE ATTENTION



07 69 31 80 18



association-robagri



stephane.duran@robagri.fr



www.robagri.fr



Domaine des Palaquins  
40 route de Chazeuil  
03150 Montoldre







## TABLE RONDE

### *Les perspectives pour la robotique en plein champ*

- Patrick MOREL - Enedis
- Xavier ARNOULD – CDA Meuse
- Arthur ADAMCZYK – CDA Marne
- Philippe POTIER - RobAgri





Enedis et l'Électrification de l'Agriculture

# Recharge d'engins électriques en plein champ

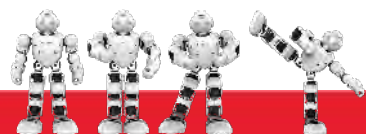
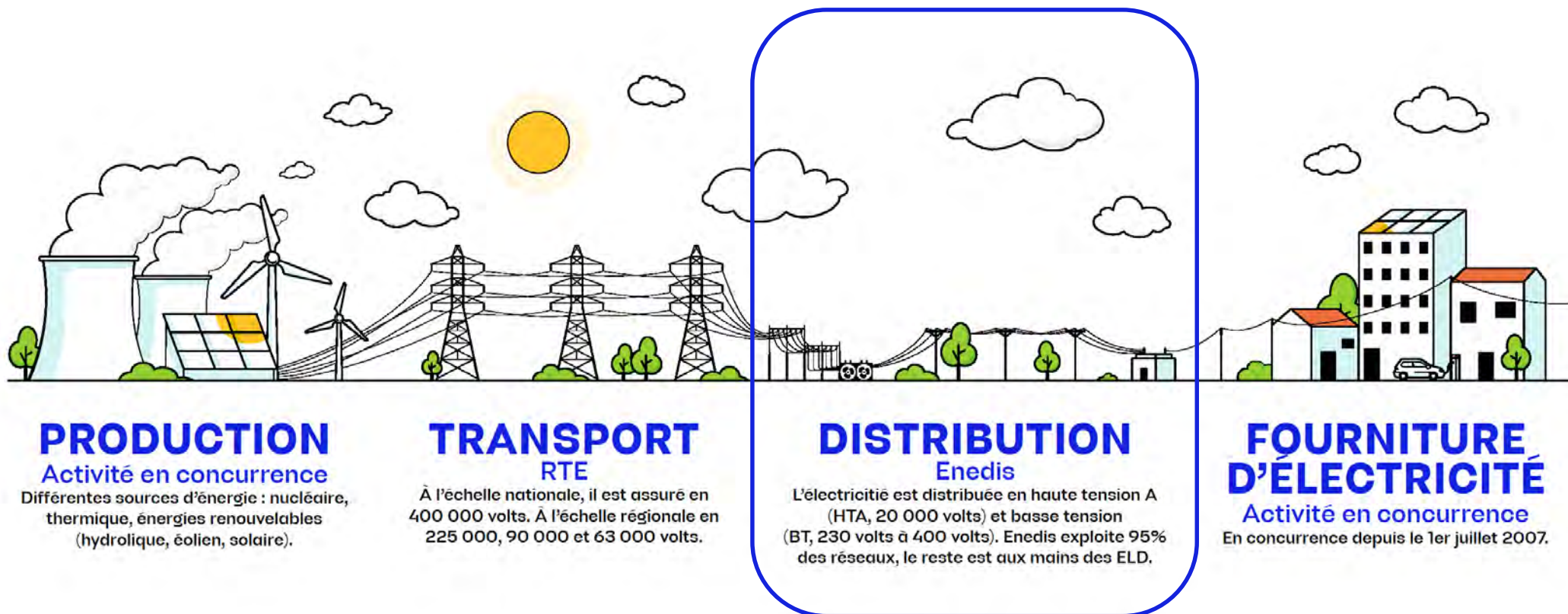
# ENEDIS

par Patrick MOREL



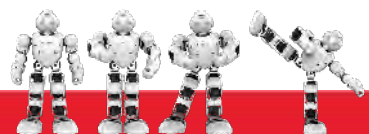
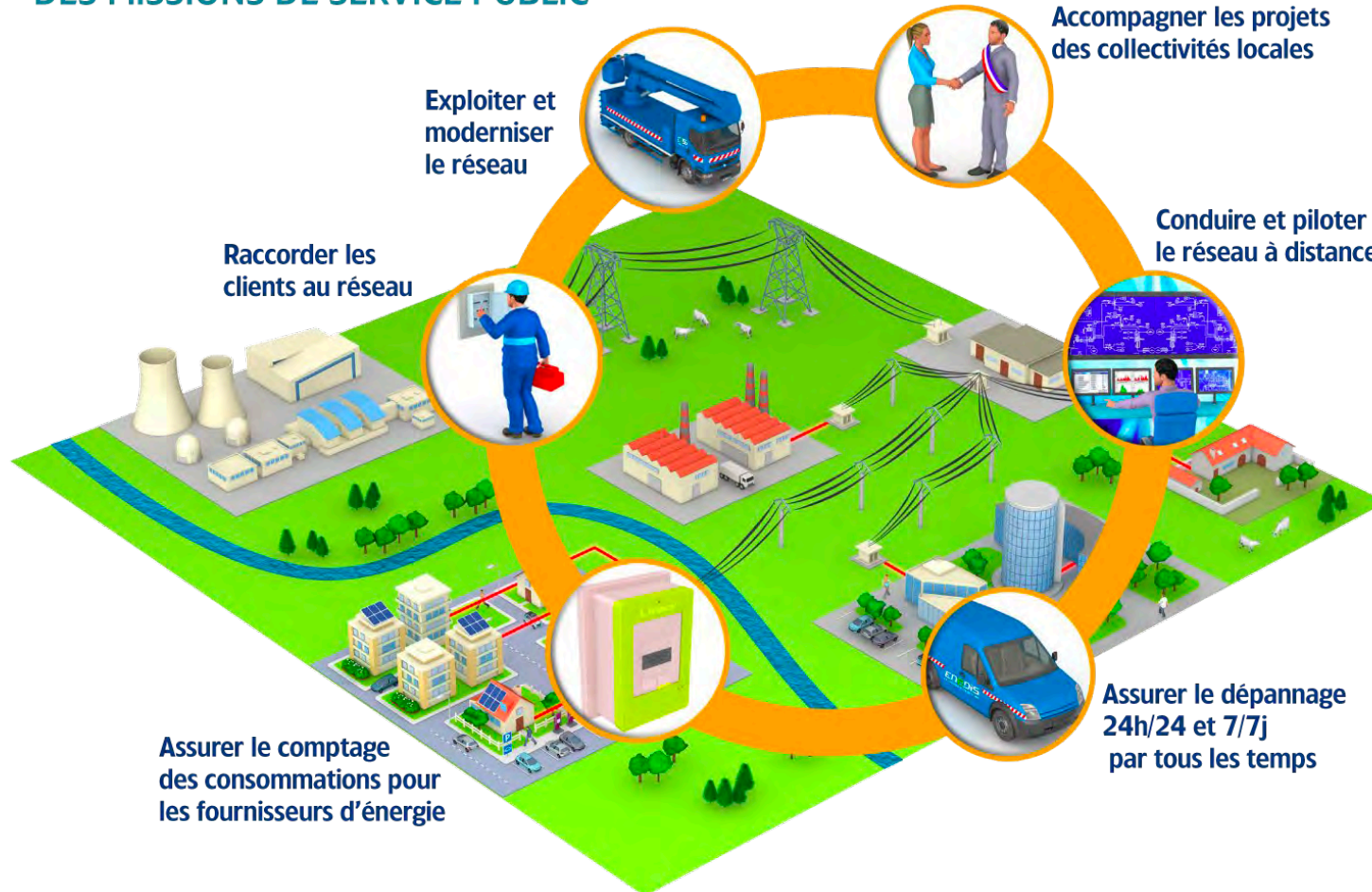


# Organisation du système électrique en France



# Enedis , concessionnaire des réseaux de distribution publique appartenant aux collectivités, sur 95% du territoire hexagonal

## DES MISSIONS DE SERVICE PUBLIC

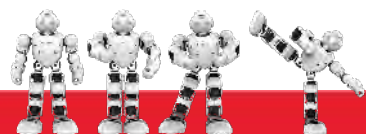
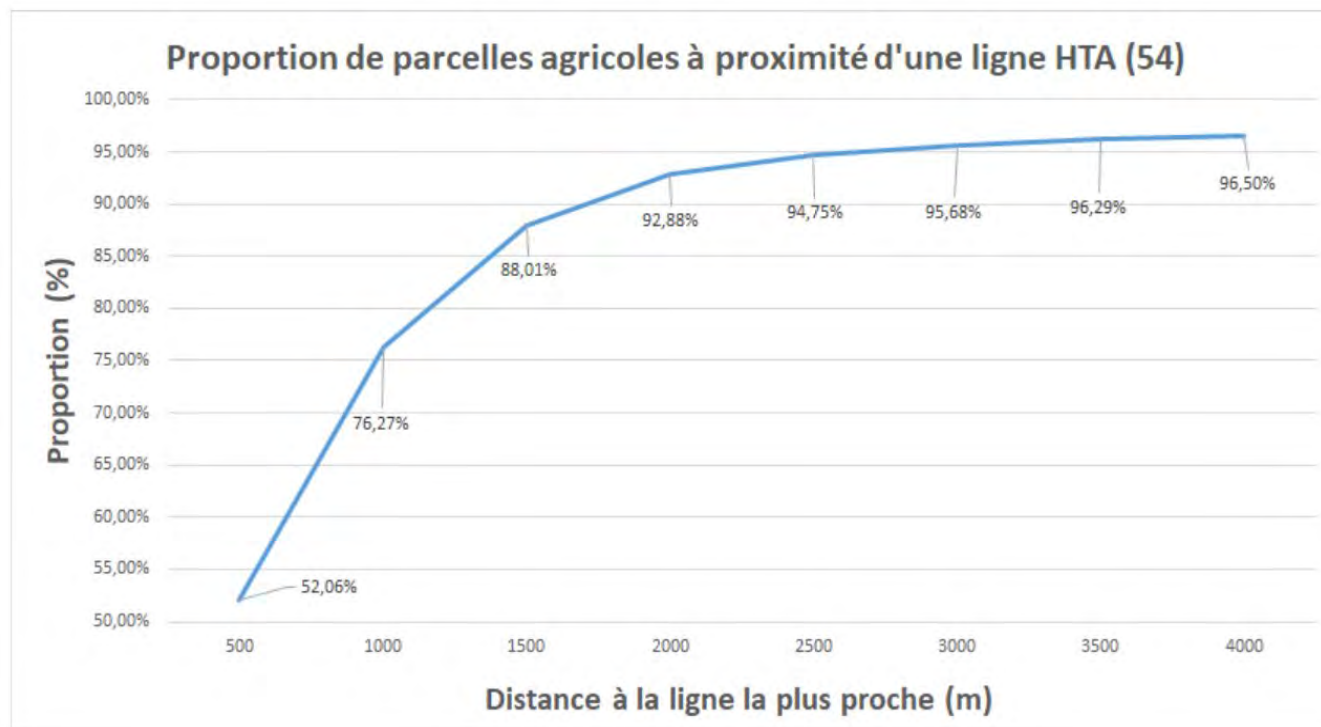
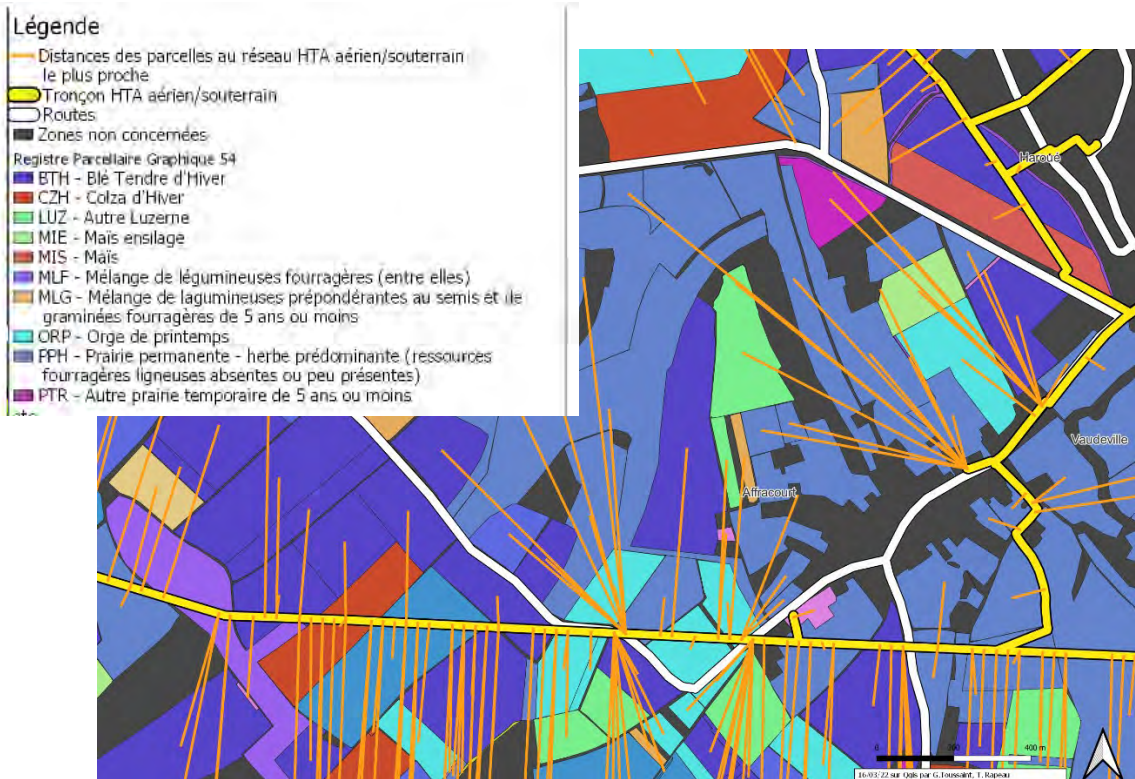




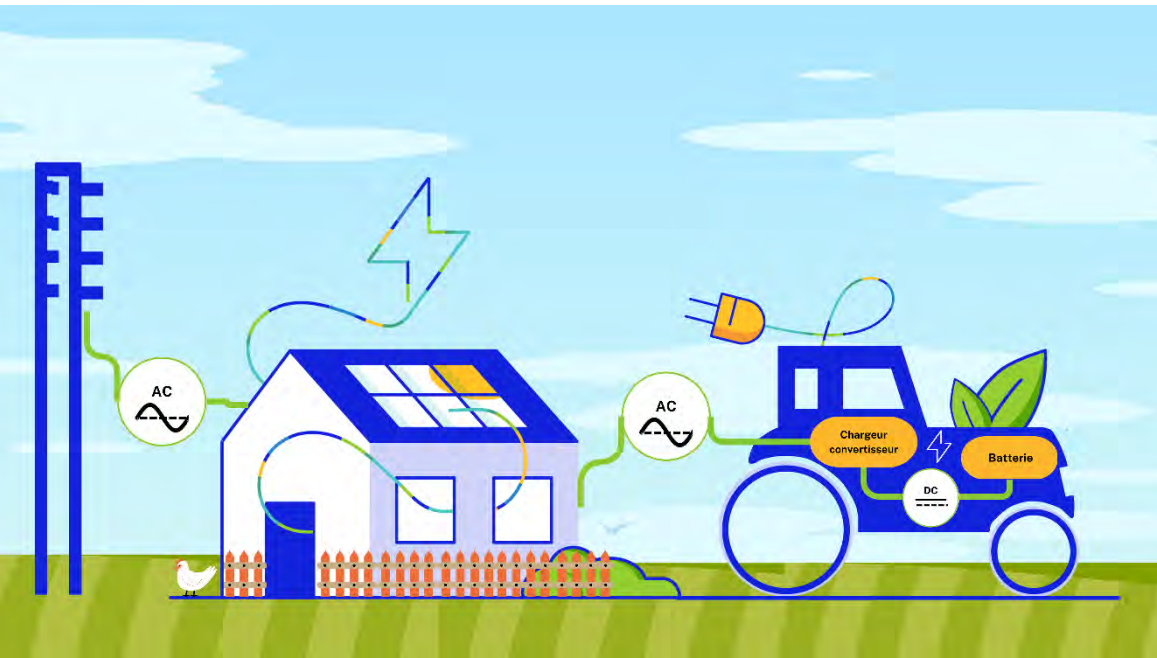
# Projet de raccordement d'engins électriques

## Chiffre clé

En France, près de **80%** des parcelles agricoles sont à moins d'**1 km** d'une ligne HTA

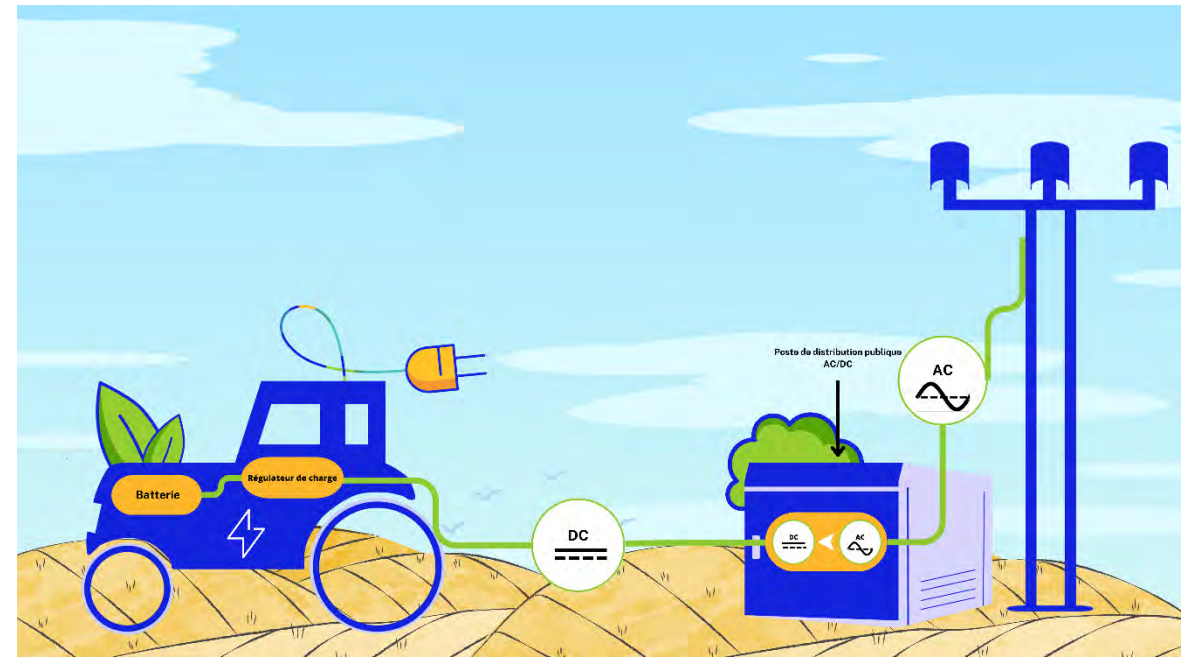


# Raccordement d'engins électriques en plein champ

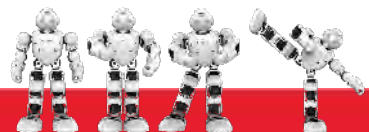


Aujourd'hui

...



Demain ?





# Avantages du projet d' Enedis



## ECONOMIQUE

- Coûts réduits de l'engin (batterie plus petite)
- Charge rapide et dans les champs : **plus grande productivité du robot**
- Logistique moindre

## HUMAIN

- Palliatif du **manque de main d'œuvre**
- Gain de temps pour l'agriculteur

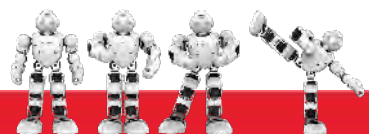


## TECHNIQUE

- Légèreté des robots : **moins de tassement des sols**
- Réduction du risque d'usure prématurée des batteries
- Rendement de la machine (pertes)

## ENVIRONNEMENT

- **Réduction des émissions de gaz à effet de serre**
- Moins de produits phytosanitaires utilisés
- Taille des batteries réduite donc utilisation moindre de métaux





Les perspectives pour la robotique en plein champ

# Xavier ARNOULD

*Chambre d'Agriculture de la Meuse*







Les perspectives pour la robotique en plein champ

Arthur ADAMCZYK  
*Chambre d'Agriculture de la Marne*







## Les perspectives pour la robotique en plein champ

La robotique et les betteraves dans la Marne

Perspectives économiques

Quelles perspectives de développement ?





# La robotique et les betteraves dans la Marne

## Un développement fulgurant depuis 2021

2021 : 2 robots sur la Marne et l'Aube (50 ha)

2022 : 12 robots sur la Marne et l'Aube (220 ha = + 437%)

2023 : 16 robots sur la Marne et l'Aube (280 ha = +127%)

En parallèle : développement du Naïo Dino sur la culture de betteraves



**Objectif** : se passer de la main d'œuvre pour le désherbage manuel

**Objectif** : gagner en réactivité sur le désherbage et réduire les coûts

**Au global** : gain de temps pour le producteur mais surveillance accrue au moment du semis et des premiers désherbage – Réactivité des constructeurs pour répondre aux problématiques terrain.



# La robotique et les betteraves dans la Marne

Perspectives économiques : exemple de 2022

## ▲ Enherbement < 50%

### ▪ Farmdroid (11 parcelles 157,02ha)

• Rendement (t/ha) :

50                      60,51                      71

• Mécanisation (€/ha) :

608                      861,6                      1231

• Désherbage manuel (h/ha) :

0                      22,83                      68

▪ **Marge : 3779,5 €/ha**

### ▪ Conduite classique (7 parcelles 46,36ha)

• Rendement (t/ha) :

26,16                      57,84                      92,5

• Mécanisation (€/ha) :

328                      417                      480

• Désherbage manuel (h/ha) :

20                      52,5                      100

▪ **Marge : 3343,6 €/ha**





# La robotique en plein champ

## Quelles perspectives de développement?

Forte demande en bio : sur betteraves, colza et légumes de plein champ (carottes et oignons) => cultures à valeur ajoutée

Développement en conventionnel : betteraves, chicorée...pet à l'avenir sur légumes de plein champ

Attentes importantes sur le tournesol

Nombreux projets en cours :  
2 écoles : le GPS ou la caméra = évolution rapide des algorithmes et de l'intelligence Artificielle



Système GPS : Farmdroid  
(mémorisation des positions  
des graines et de la parcelle -

Au global : gain de temps pour  
le producteur mais surveillance  
accrue au moment du semis et  
des premiers désherbages.



# La robotique en plein champ

## Quelles perspectives d'avenir ? 2 voies de développement

- **Système GPS (type Farmdroid ou tracteurs drones)**

Déjà complètement opérationnel

Gamme de cultures concernées en développement

Pas d'incidence des conditions de luminosité

Obligation de semer la parcelle pour la désherber

- **Système caméra (type Naïo Dino, IC Weeder, Ecorobotix...)**

Conception plus complexe : Fonctionne avec l'IA, le Deep Learning : opérationnel mais besoin d'augmenter les références pour gagner en efficacité

Incidence des conditions de luminosité (selon le matériel)

Intervention possible sur tous types de cultures





# La robotique en plein champ

## Quelles perspectives d'avenir ? Un modèle économique à définir

### Investissement de base important à raisonner dans un contexte :

- De volatilité importante des prix : comment raisonner un investissement avec des prix de production variant du simple au triple?
- D'évolutions réglementaires rapides : comment anticiper les suppressions de molécules et investir au bon moment ?
- De saturation de marché rapide : exemple des betteraves en bio

### Comment positionner l'Humain dans un milieu de plus en plus robotisé ?

- Réduction du besoin global de main d'œuvre... mais, besoins plus fréquents d'une main d'œuvre à haute technicité





Les perspectives pour la robotique en plein champ

Philippe POTIER  
*RobAgri*







CONCLUSION par

**Benoit WATRIN**

*Conseiller délégué à l'agriculture  
Département de la Meuse*

