



LA DIGIFERME® DE BOIGNEVILLE

ARVALIS
Institut du végétal

En partenariat avec :


INSTITUT DE
L'ELEVAGE **idele**


Institut Technique
de la **Betterave**


**Terres
Inovia**
l'agronomie en mouvement


acta
LES INSTITUTS
TECHNIQUES
AGRICOLLES#

Le numérique, un domaine porté par les start-ups mais pas que...

Mapping des start-ups Agritech en France

RESSOURCES	PRODUCTION		DÉBOUCHÉS
Marketplace agricole -Achat- E-FARM.COM, Agriconomie.com, Meshoctares.com, AgriAgri.com, larécolte.fr -Location (P2P) echaroeoarcalle.fr, WeFarmUp, votre Machine.com, Loca'poules.ch	Logiciels de gestion ISAGRI, LEA, SAMSYS, vintocit, WS, Ekylibre	Production industrielle innovante -Protéine végétale (algues) - NOR-FEED, algae, Pig & You, TheLive, ALGAMA -Protéine animale (insectes) - INNOBY, ENTOMO, Insect, maxProtein -Valorisation énergétique/ méthanisation - NASKEO	Commercialisation -Négociant 2.0- PILOTER SA FERME, AgriAgri.com, vin.co, Compareuragricole.com -Logistique innovante- A.V. ACEL WINE, BIOSCO, KELLBONGOO, La charrette, CRYOLOG
RH/réseau social YOJOE, #COFARMING, Tractory JobAgri.com	IoT* de collecte de données agricoles -par capteur dans les champs- deaVerde, MéTeus, WIUZ, cenoview, PIXAGRI, demandpipe, ForceA, Sencrop, cap2020, COPEEKS, NEXXTEP -par drone- AZUR DRONES, AIRINOV, M-CADOR, chouette -par système aérien / satellite- imao, FARMSTAR, GEOSYS -par capteur dans l'étable/ruche- FACTORY, VISIO GREEN, WEENAT, GREENHOUSE KEEPER, metaagrictech, Karnott, EXOTIC SYSTEMS		Qualité & traçabilité Panjee, AGRILEGGER, GreenTropism, PROVENANCE, Yes it is <i>Il en manque une ? Vous avez une remarque?</i> @Gabrielle_tho
Crowdfunding LA CAGNOTTE DES CHAMPS, Blue Bees, MIIMOSA, ecobole, BulbinTown, cotcotcodon, WINEFUNDING	Hardware de production agricole -Robotique- OCTOPUS ROBOTS, naio, NOVAB, DIMOTION, FORTI, TERRE, hostabee, DRSYS, hi-phen, Cascade Light -Matériel spécifique- Le Jardin de Félicie, TEKKIA -Equipements tracteur autonome- BLAXTAIR, CASE	Circuits courts -Catalogue producteurs (BtoC)- BALAD VIRE, valcolab, GOURMAND! -Marketplace décentralisée et collaborative (BtoCtoC)- LA ROCHE -Marketplace classique (BtoC & BtoB)- POSSIBLE, À L'ARCIÈRE, Les Producteurs, twil, WINE REPUBLIK, LES GRAPPES, avenue&vins, Les Apourantaki	
Biotech Biodevas, VitamFero, Inogenix, microBis, ELICITYL, qualplante	Agri Data analytics / OAD* API-AGRO, WANVKA, GEOSYS, chouette, VISIOGREEN, WEENAT, Farm LEAP, Tellus ENVIRONNEMENT, Karnott, M-CADOR, FRUITION, smAg, Sencrop, AIRINOV, Carbon Bee, be Api	Media digital #agridemain, CIRCULUS	Agriculture urbaine -Production « outdoor »- AGRICOOL, FUL, REFARMERS, myfood, Urbanlea, AURA, Veril Wines -hydroponie / aquaponie- AgriToops, CitizenFarm, brio Risebox, Fresh Square, redtom -Micro-production « indoor »- P'tit à Tousseur, Véritable, La Box à Planter!, Ciel, mon vadis! -Agri-Pédagogie- inoga, Tomato, MOU PÔTAGER

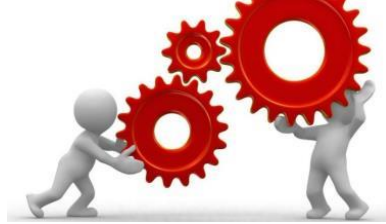
Pour nous envoyer des infos sur votre start-up Agritech c'est ici : bit.ly/Xangemapping

*OAD : Outil d'Aide à la Décision *IoT : Internet of Things - Source: Gabrielle Thomas, VC @XANGE

Ce grand nombre d'acteurs et d'outils proposés peut avoir tendance à « perdre » et freiner l'agriculteur dans sa décision de s'équiper ou non de ces solutions innovantes.



Objectif des Digifermes[®] ARVALIS



Evaluer, identifier
et co-construire
les nouvelles technologies

qui contribueront à

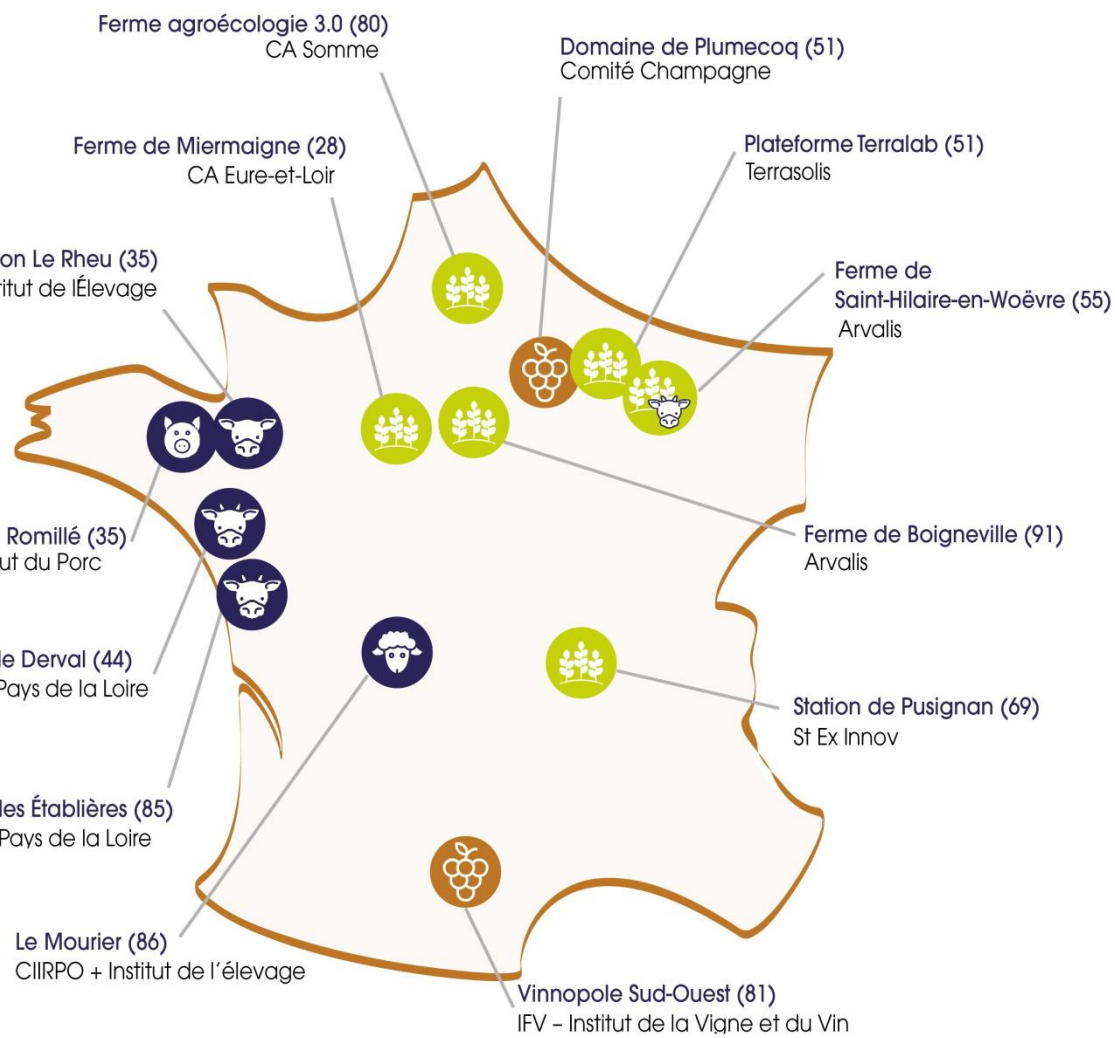
**améliorer les performances
économiques, techniques,
environnementales**

des fermes françaises, en permettant
d'être **plus réactifs dans un contexte
de plus en plus variable (climat, prix,
réglementation...).**



Les 13 fermes du réseau des Digifermes® ...

...qui représentent différentes agricultures et regroupent de multiples partenaires



4 axes de travail prioritaires 2017-2020

**Pilotage
tactique**



OAD



Engagements des Digifermes®

- ① Partir du besoin de l'utilisateur final donc de l'agriculteur
- ② Evaluer avec objectivité et rigueur, avec des méthodologies éprouvées



**Digitalisation
des agro
équipements**



**Stratégie et
économie de
l'exploitation**

OAD

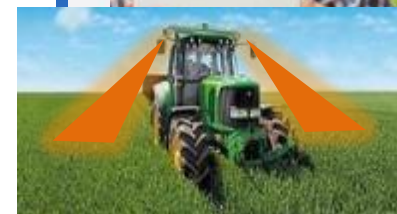
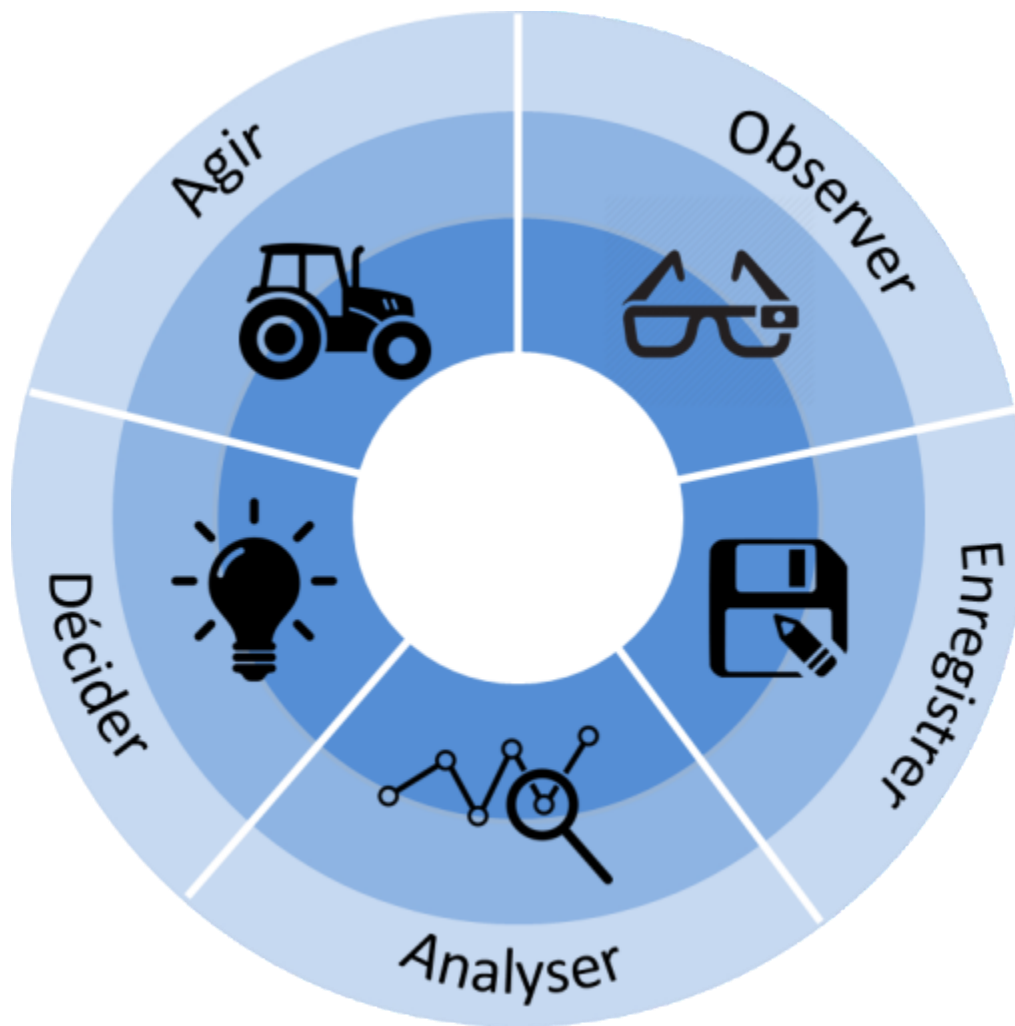
**Produire et valoriser
des Data**

0 saisie

*Enregistrement
des données*

Interopérabilité

Le numérique au service de la prise de décision agriculteur et sa mise en œuvre



DIGIFERME® de Boigneville (91)

Construire la ferme numérique de demain au service des grandes cultures

Une ferme expérimentale de grandes cultures de 150 ha



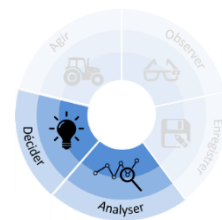
Des technologies numériques au service de toutes les agricultures

1. Cap du futur, un dispositif dédié au désherbage et à l'irrigation (deux enjeux majeurs dans un futur proche)
2. Agriculture de conservation
3. Agriculture Biologique

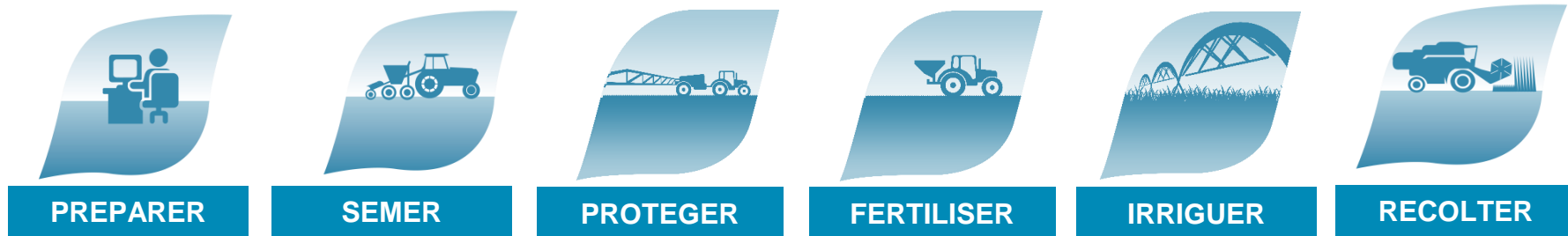
Pilotage par des comités mixtes agriculteurs/organismes agricoles

UNE MISE EN ŒUVRE de L'EXISTANT

Déploiement des OAD



Mise en œuvre au quotidien



<p>CHOIX DES COUVERTS Espèces pures et mélanges</p>	<p>DENSITE DE SEMIS Blé tendre</p>	<p>FARMSTAR Pilotage basé sur l'imagerie satellitaire Blé tendre / Orge d'hiver</p>	<p>Irré-LIS® Bilan hydrique en temps réel Maïs conso & semence, maïs doux, céréales à paille, pomme de terre, tabac</p>	<p>PAILLE-FUMIER Calculer les équivalences pour objectiver les échanges de pailles et de fumier</p>
		<p>Taméo® Météo, stades, risques maladies, conditions d'application et fertilisation Blé tendre</p>		
		<p>Prévi-LIS® Prévision de stades et risques maladies Blé tendre</p>	<p>FERTIWeb® Toutes cultures</p>	
		<p>Septo-LIS® Cartographie de la date optimale du T1 septo - Blé tendre</p>	<p>Date N'Prairie Réussir le 1^{er} apport sur prairies de graminées</p>	
		<p>MELANGES vérifier la validité d'un mélange</p>	<p>Fertiliser avec des produits organiques Calcul de minéralisation des engrais de ferme</p>	
		<p>BAROMETRE MALADIES Evaluer le risque sur blé tendre</p>		
		<p>Mileos® Protection anti-mildiou Pomme de terre,</p>		

Clé en main agriculteur, outil payant.
 Clé en main agriculteur, outil gratuit.
 Organismes de collecte et de conseil .

<http://oad.arvalis-infos.fr/>



Boigneville : Déploiement des Outils d'Aide à la Décision

Piloter ses interventions fertilisation, maladies, désherbage grâce à une météo fiable et précise



Gérer l'irrigation en toute simplicité



Capteur embarqué sur tracteur, drone ou satellite pour mieux piloter la fertilisation azotée



FARMSTAR
PILOTEZ, MODULEZ, OPTIMISEZ



Boigneville : Mise en œuvre de l'agriculture de précision

Guidage Tracteurs RTK

Binage autoguidé (RTK, Caméra)

Pulvérisateur avec coupure de tronçons

Modulation de l'azote

Cartes rendements



Les dernières innovations sont testées par l'équipe « Agro-Equipement ».

DES EXPERIMENTATIONS pour DEMAIN

Essais et tests

AXE

Produire et Valoriser des Data

L'utilisation de capteurs divers sur des supports très différents augmentera la production de données sur les fermes.

Les DIGIFERMES® partagent l'objectif commun de

- **faciliter la valorisation, par le producteur, de ses propres données**
- **ou de données extérieures afin d'optimiser ses prises de décision.**

Produire et Valoriser des Data

➤ Explosion des données produites sur les fermes (capteurs, vecteurs) ?

Automatisation des transmissions -> 0 saisie.

➤ Capacités de calcul et de valorisation de ces données augmentent

Possibilité d'offrir des services adaptés à chaque situation (car alimentés par des mesures capteurs), quasi temps réel et géolocalisés -> Couplage capteur / modèle, favoriser le croisement de données, visions panoramiques, évaluer la plus value par rapport à l'existant !

Opportunités de dégager des modèles en analysant de grand nombre de données -> Démontrer l'intérêt du partage de données

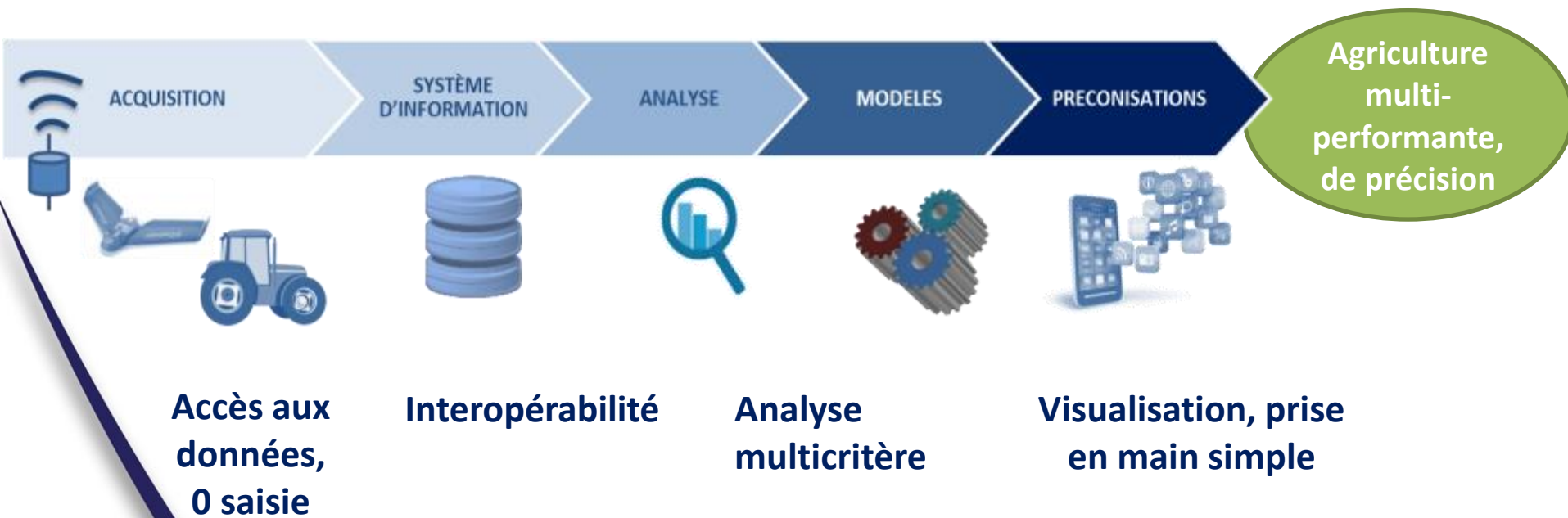
➤ Tout le monde peut produire et partager des données.

Toutes les données ne se valent pas (qualité/pertinence) -> Qualifier
Travail avec des données d'origines diverses (échanges, partenariats)
-> Interopérabilité

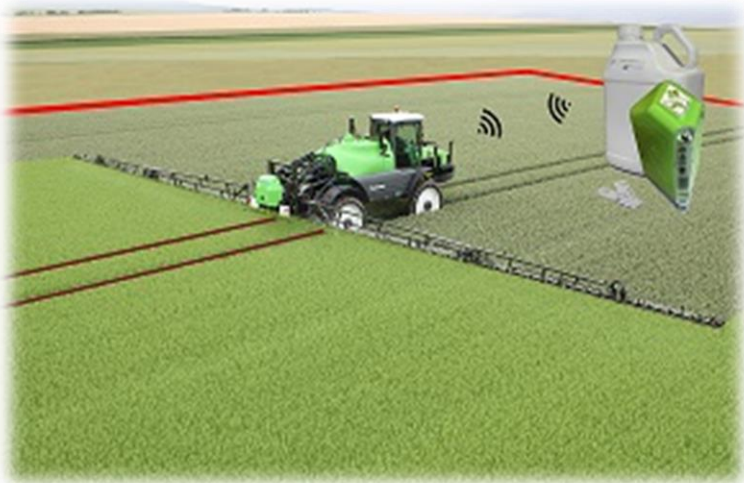
Laisser la maîtrise à l'agriculteur -> favoriser le partage dans une chaîne de confiance (CASDAR Multipass)

La circulation des données au sein d'une ferme

ENJEU: Permettre à l'agriculteur de valoriser ses données de façon simple et transparente en temps réel, sans aucune saisie, tout en restant maître de ses choix



KEYFIELD, le cahier de cultures automatique



4 000€ HT
360€/an abonnement



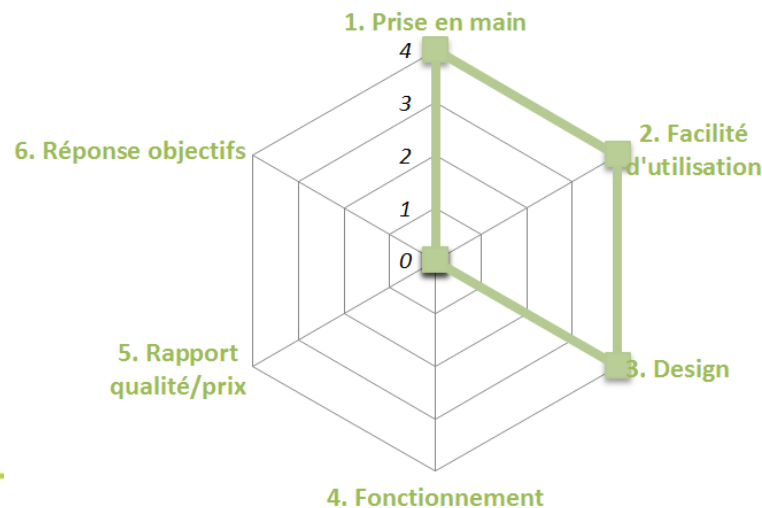
Système de traçabilité automatique :

- Puces RFID préalablement placées sur les bidons
- 1 balise placée à l'entrée du stockage phyto
- 1 balise placée sur la cuve de remplissage du pulvérisateur

→ Mesure les entrées/sorties de produits, interventions dans telle parcelle et envoi des données dans l'application smartphone et/ou logiciel ordinateur

Résultats après 3 campagnes de test

	Notes	Commentaires
Prise en main	4	Accompagnement gratuit et individuel lors de la mise en marche de l'outil.
Facilité d'utilisation	4	Outil simple d'utilisation et adapté.
Design et conditions d'utilisation	4	Pas de contraintes particulières mais nécessite de vérifier les voyants lumineux sur la balise pulvérisateur.
Fonctionnement	0	L'outil n'est pas opérationnel. Les enregistrements se font une fois sur deux. Il n'y a pas de SAV. Problème non résolu.
Rapport qualité/prix	0	Outil très cher sachant les dysfonctionnements.
Réponse aux objectifs	0	Les objectifs et attentes ne sont pas atteints.
	1.7	



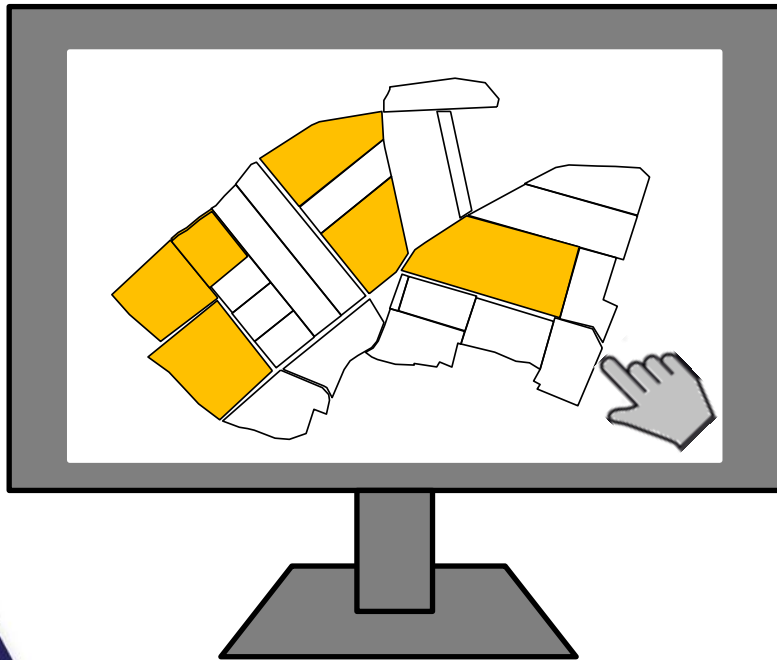
Source graphe : questionnaire chef d'exploitation Digiferme® Boigneville

Avis sur KeyField après 3 campagnes de test

- L'outil KEYFIELD doit permettre d'économiser du temps dans la saisie des produits phytosanitaires sur les logiciels parcellaires.
- Cependant, le questionnaire révèle des dysfonctionnements dans l'utilisation de l'outil (sur l'exploitation de Boigneville).
- En prenant l'hypothèse d'un bon fonctionnement, l'outil devrait ici permettre d'économiser 43€ de temps de saisie par an (Boigneville).
- Mais en prenant en compte l'abonnement, l'exploitation perd de l'argent.
- C'est davantage (à la condition que celui soit fonctionnel) un outil de confort, traçabilité plutôt qu'un outil rentable en peu de temps. Il pourrait être pertinent dans le cas d'un strict cahier des charges

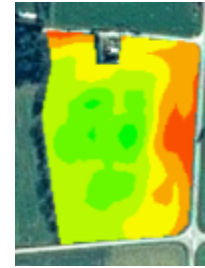
Et si on rêvait : Pilotage tactique

Chantiers prioritaires :



Donner toutes les clés pour
la prise de décision
L'agriculteur reste maître!

Préconisations



Efficiace liée au climat prévu
(ex : valorisation azote)

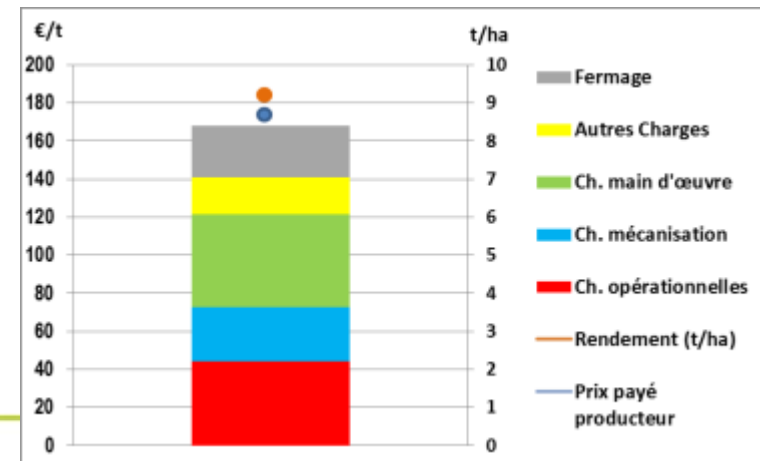
Ven. 27

Sam. 28

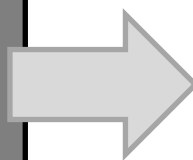
Dim. 29







Coût de production en temps réel



Et si on rêvait : Pilotage stratégique



Atouts et faiblesses

	Ma ferme	Référence
 Rentabilité	●	●
Compétitivité	●	●
 Dépendance aux intrants	●	●
 Sécurité Volumes	●	●
Qualité technologique	●	●
 Impact GES	●	●
Efficiency Energie	●	●

En attendant le big data...de nombreux agriculteurs utilisent internet et les réseaux sociaux

Entre les agriculteurs, les techniciens, le monde de la recherche, le grand public

Echanges d'expériences

Echanges de connaissances

Echanges de savoirs faire



Entraide

Valorisation du métier d'agriculteur

Mais, aujourd'hui, des échanges phagocytés par les réactions liées l'agribashing.

AXE

Pilotage tactique

Cet axe englobe tout ce qui relève du pilotage tactique : les solutions numériques pour **aider au pilotage des décisions au quotidien** : suivi des animaux (état sanitaire, reproduction, ...), pilotage des cultures en cours de campagne (semis, désherbage, maladies, fertilisation, irrigation, récolte, stockage).

Le Pilotage tactique : une révolution en marche

➤ Explosion des données produites (capteurs/vecteurs)

Résolutions spatiale (vecteurs) et temporelle (IOT) augmentent

- > Qualifier/valider les usages capteurs/vecteurs
- > Qualifier les nouveaux réseaux
- > Avec une obligation : faire mieux que l'existant !

➤ Vers plus d'outils d'aide à la décision

Offre pléthorique -> attention à l'effet gadget, évaluer, faire entendre les nouveaux besoins

Déploiement chez les agriculteurs -> importance d'une prise en main facile, d'un SAV compétent, d'une montée en compétences des agriculteurs, des salariés agricoles mais aussi des techniciens

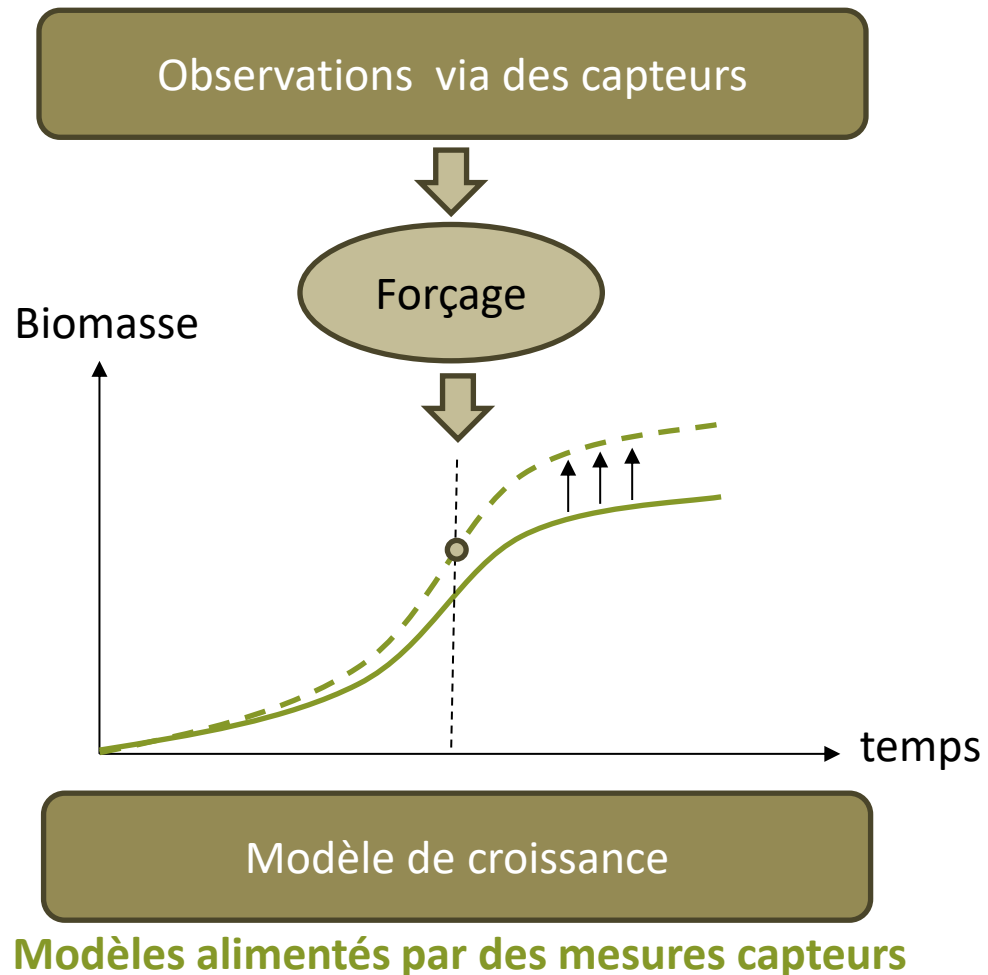
Tester les stations météo connectées disponibles sur le marché

OBJECTIFS :

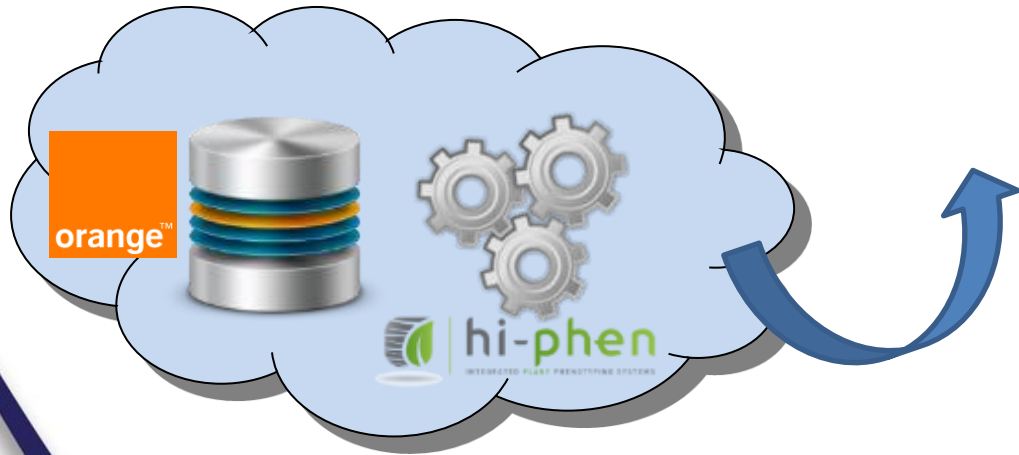
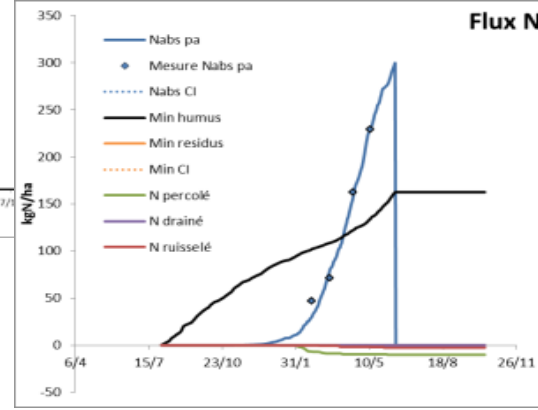
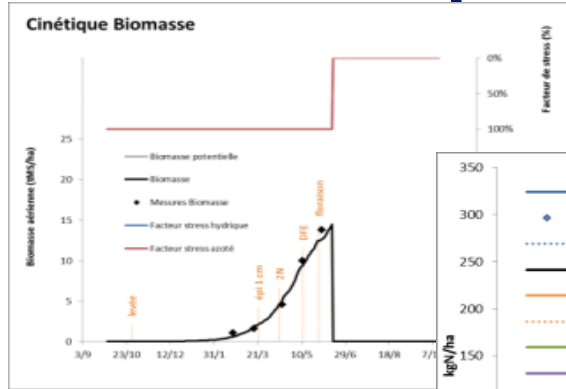
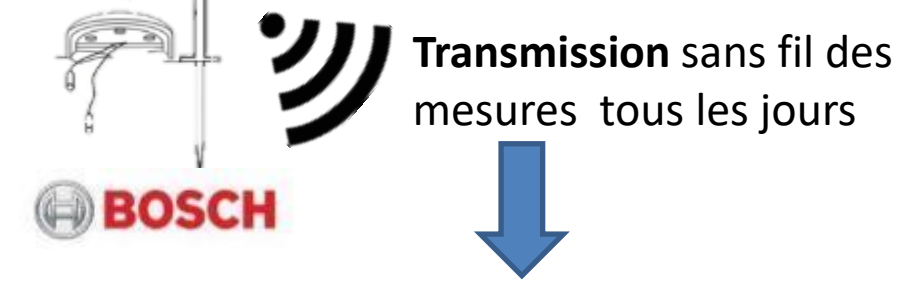
- Tester leur connectivité et la qualité du transfert des données.
- Comparer les sorties d'OAD (MILEOS, PREVILIS) utilisant les données de ces stations et celles obtenues à l'aide de données Météo France.



Coupler les données et les modèles pour des outils d'aide à la décision toujours plus performants



Améliorer les modèles grâce à des mesures directes aux champs

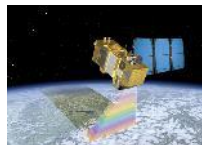
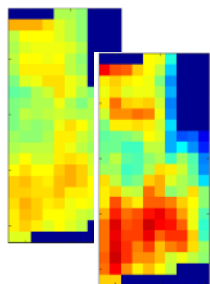


Traitement automatique

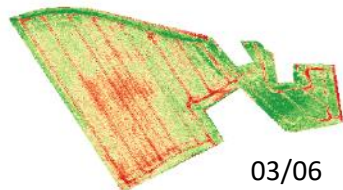


Restitution en temps réel des données traitées

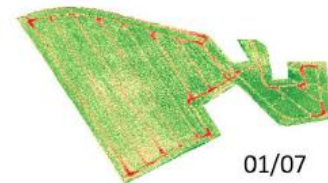
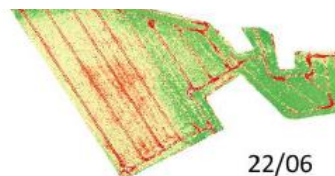
Une complémentarité à l'information spatiale



Historique d'images satellite



Suivi spatialisé



Détection des événements importants ponctuels : stades, maladies ...

Ex: Détection de la floraison



Prise de décision + Déclenchement de prise d'images spatialisées

Suivi temporel d'informations continues (Température, humidité du sol, etc..)



Positionnement raisonné des systèmes fixes

Caractérisation fine des sols des Digifermes en cours

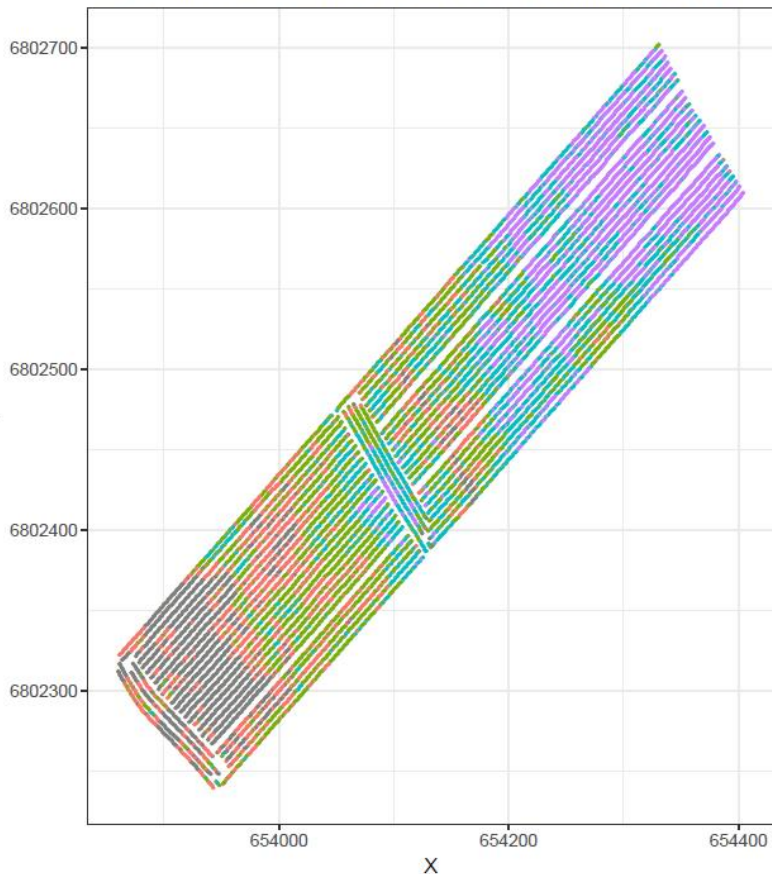
Objectif : cartes précises pour un pilotage « intra-parcellaire ».



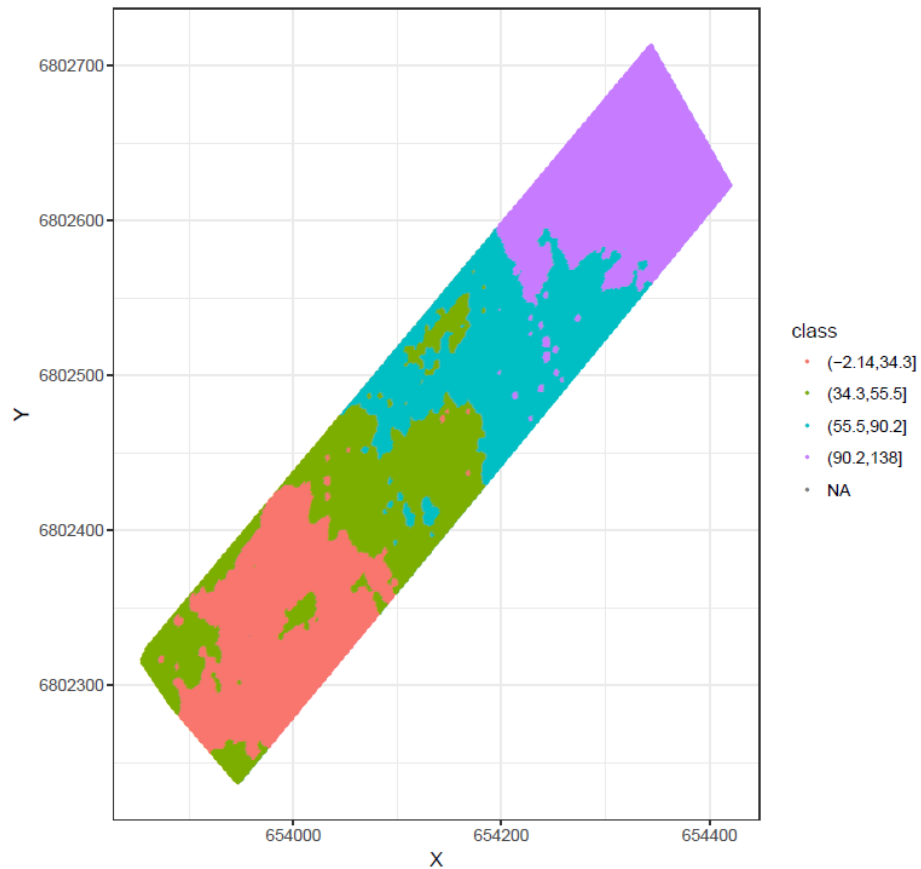
Inversion sur le rendement

Métamodèle CHN $RU=f(Rdt15)$

Cartographie de la RU prédite
 Métamodèle CHN
 Boigneville 2017 parcelle 33-2, données spatialisées BTH



Boigneville parcelle 33.2
 Carte de la réserve utile totale



Surveillance des cultures : les capteurs aux champs

Test 2018-2019 sur
SHW

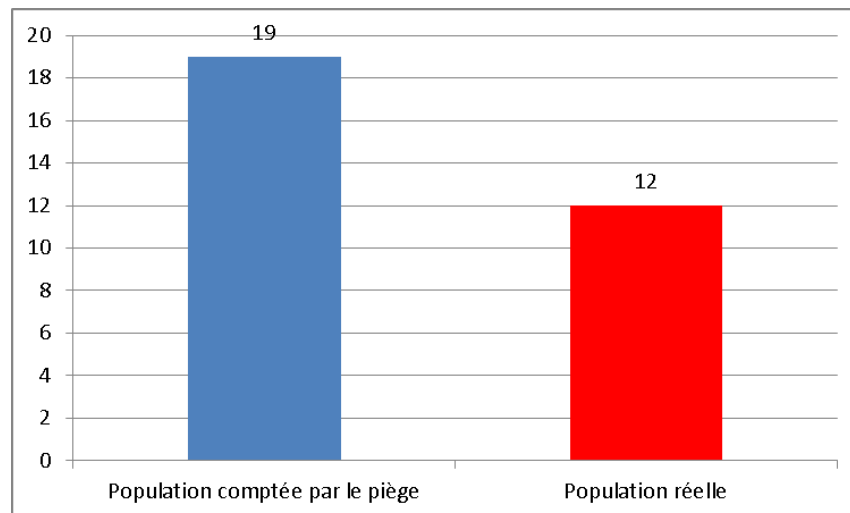
PIEGES CONNECTES E-Gleek -Adama, Advansee

Algorithme de reconnaissance en cours de construction sur pucerons ailés



Image du 28/10/19, 15h00.

Une légère surestimation du piège au
1^{er} comptage du 28.10.19



LIMACAPT De Sangosse

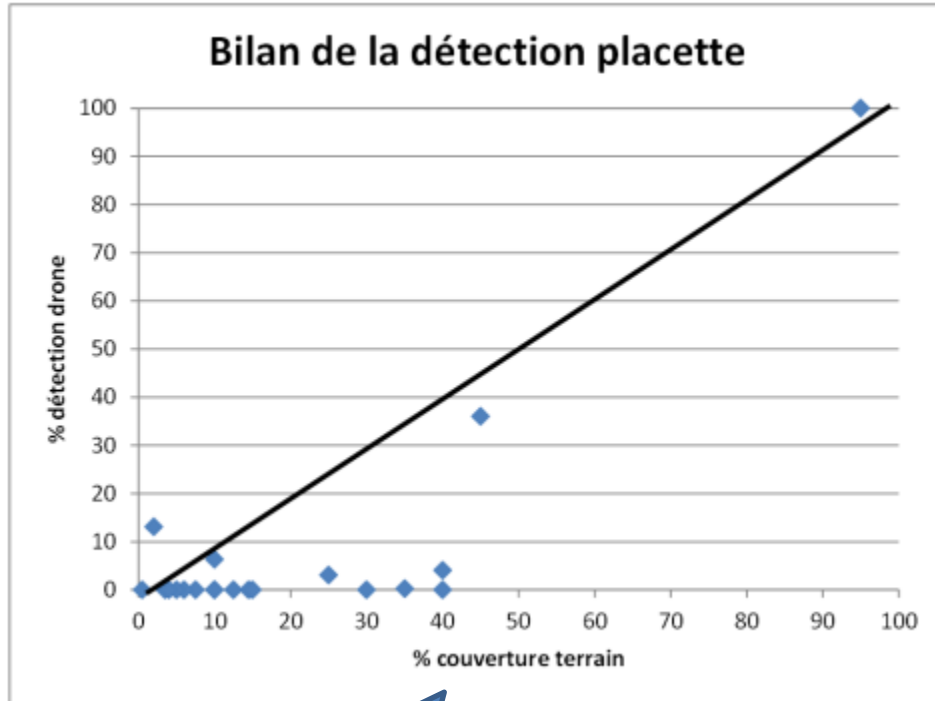


Cartographier les adventices par drone pour une pulvérisation de précision

Prototype

Technologie commercialisée

Tests 2016-2018



Des résultats qui restent décevants

AXE

Digitalisation de l'Agro-équipement

Les DIGIFERMES[®] ont pour objectif de proposer **un terrain de jeu pour l'agroéquipement et les services numériques associés.**

Dans les DIGIFERMES[®] sont étudiées les solutions numériques de type guidage, capteurs associés à des engins agricoles et robotique.

➤ Importance croissance de l'agroéquipement numérique

Réduction des phytosanitaires -> techniques toujours plus précises, techniques alternatives en particulier en désherbage

Déploiement chez les agriculteurs -> coûts abordables, accompagnement indispensable de la prise en main du matériel pour une utilisation optimale

Compatibilité avec « vieux » équipements -> favoriser les solutions de mise à jour du matériel existant

➤ Développement de l'intelligence artificielle

Autonomisation des agroéquipements (robots) -> l'agriculteur doit rester maître, trouver un cadre réglementaire

IRRICAM de chez Agrisolution

Outil d'aide au travail pour les irrigants

- Caméra autonome pour surveiller l'irrigation en direct à distance*
- Connectée via une application au smartphone (visuel et audio)*
- Opérationnelle de jour comme de nuit*
- Possibilité d'enregistrement des vidéos*
- Hors période d'irrigation : surveillance des bâtiments de l'exploitation*

950€ HT

*100€/an abonnement**



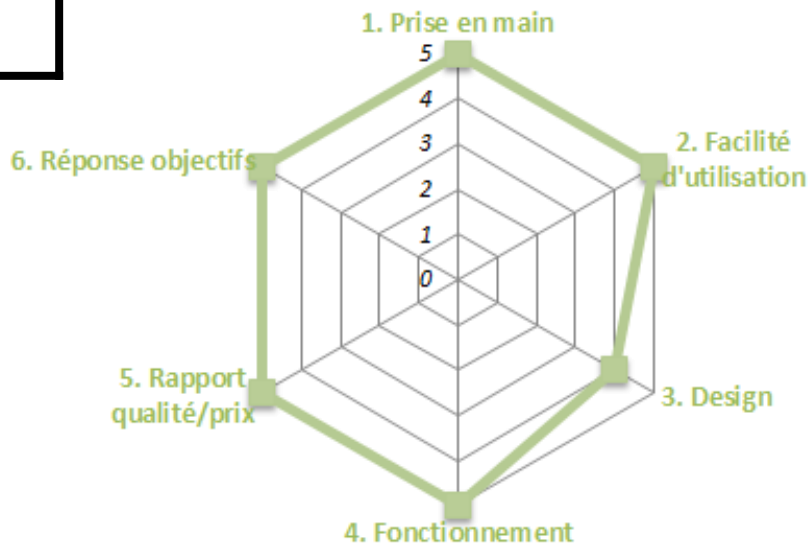
**Abonnement gratuit si cartes SIM jumelles*



Résultats après 2 campagnes de test

	Notes	Commentaires
Prise en main	5	Accompagnement gratuit et très satisfaisant lors de la mise en route.
Facilité d'utilisation	5	Outil très simple d'utilisation et très interactif
Design et conditions d'utilisation	4	Aucune contrainte d'utilisation. Qualité satisfaisante. Léger souci de batterie
Fonctionnement	5	Outil opérationnel sans dysfonctionnement
Rapport qualité/prix	5	Excellent rapport qualité/prix
Réponse aux objectifs	5	Les objectifs et attentes sont entièrement atteints.

5



Intérêt économique pour l'agriculteur

Comparaison de l'outil avec ce qui existe déjà, c'est-à-dire le déplacement de l'ouvrier pour la surveillance, hors changement de position de l'enrouleur

L'outil doit donc permettre de gagner du temps et limiter les frais de déplacements

	IRRICAM	Déplacement physique
Durée campagne d'irrigation	<i>Hypothèses</i>	
Distance jusqu'à l'enrouleur (A-R)	Hypothèses	
Temps déplacements et surveillance		Hypothèses
€ Frais kilométriques		0,26€/km (source Arvalis)
€ Charges main d'œuvre €/h		17€/h (barème d'entraide)

**Hypothèse : Un agriculteur ou un ouvrier va une fois par jour vérifier le bon fonctionnement de l'enrouleur.
L'outil évite ce déplacement.**

	Boigneville	Hypothèse 1	Hypothèse 2	Hypothèse 3
Jours irrigation/campagne	65	65	100	35
Km A-R (jusqu'à l'enrouleur)	10	1	5	30
Km/campagne	650	65	500	1050
€/km	0,26€	À pied	0,26€	0,26€
Coût déplacements/campagne	169€	-€	130€	273€
Temps déplacement (A-R) (min)	10	10	5	30
Temps vérification enrouleur	20	20	20	20
Total temps passé/enrouleur	30	30	25	50
Charges main d'œuvre €/h	17€			
Coût main d'œuvre/campagne	553€	553€	708€	495€
Coût total/campagne	722€	553€	838€	768€
Coût/jour d'irrigation	11,10€	8,50€	8,40€	22€
Prix de vente de l'outil	950€			
Retour/investissement (an)	1,3	1,7	1,1	1,2
R/investissement (jours irrigation)	86 jours	112 jours	109 jours	43 jours

Avis sur IRRICAM depuis sa mise en œuvre sur Boigneville

L'outil IRRICAM doit permettre d'économiser du temps et des frais de déplacements.

Le questionnaire révèle une utilisation satisfaisante de l'outil sur l'exploitation de Boigneville.

Le retour sur investissement est différent selon les types d'exploitations (nombre de jours d'irrigation) et la distance.

Hors période d'irrigation : caméra de surveillance sur l'exploitation

C'est un outil de confort qui permet de savoir où en est son enrouleur pour mieux s'organiser

Pas d'alerte si problème lors de l'enroulement

Cartographie adventices : application d'une carte de préconisation

Test 2019

Après localisation (chardons) => vérifier que le traitement ciblé est possible , mesurer les enjeux



Localisation manuelle des chardons (RTK piéton)

Création de la carte
Copie de la carte sur la console

Pulvérisateur Maxis de Tecnomat 24m
Coupeure de tronçon de 2m - Console iTOP de Tecnomat /précision RTK

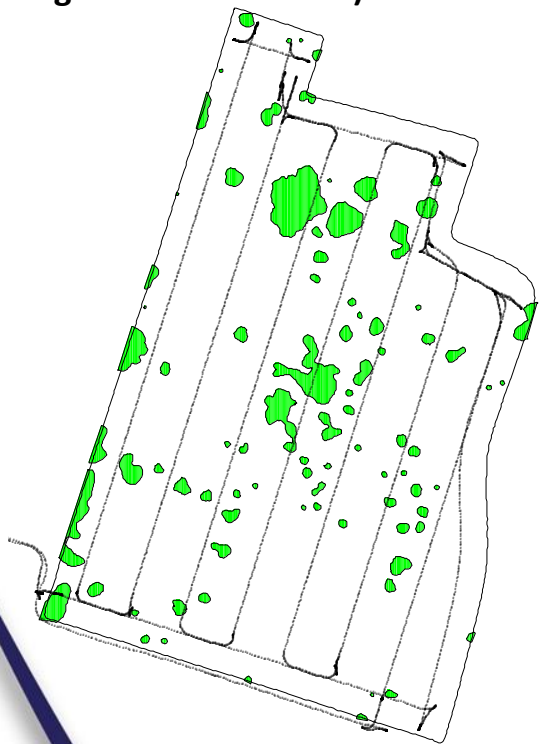


Installation d'un capteur de pression sur chaque tronçon pour valider l'ouverture et la fermeture de chaque tronçon.
Synchronisation avec les positions GPS toutes les 0.2s.

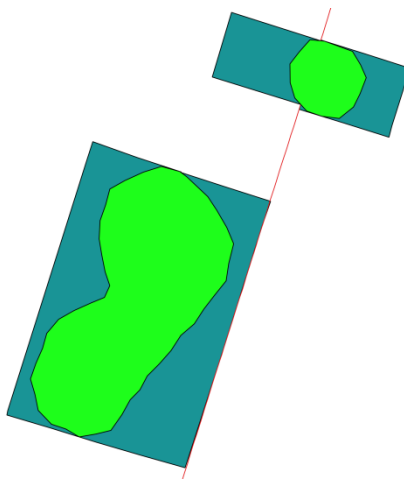
Source : C Desbordes- Arvalis Institut du Végétal

Insertion de la carte dans la console

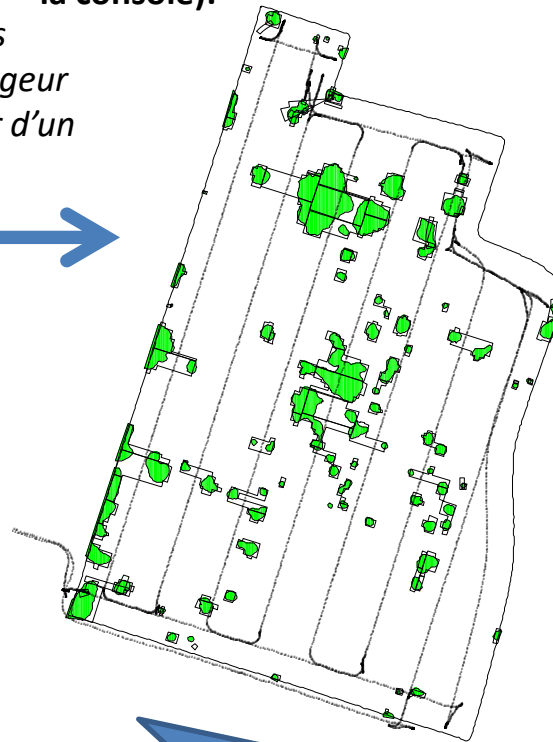
Localisation des zones de chardons (en vert)
et circulation du tracteur sur la parcelle (Carte
chargée dans la console):



*Le pulvérisateur transforme les
ronds en rectangles dont la largeur
minimale dépend de la largeur d'un
tronçon*



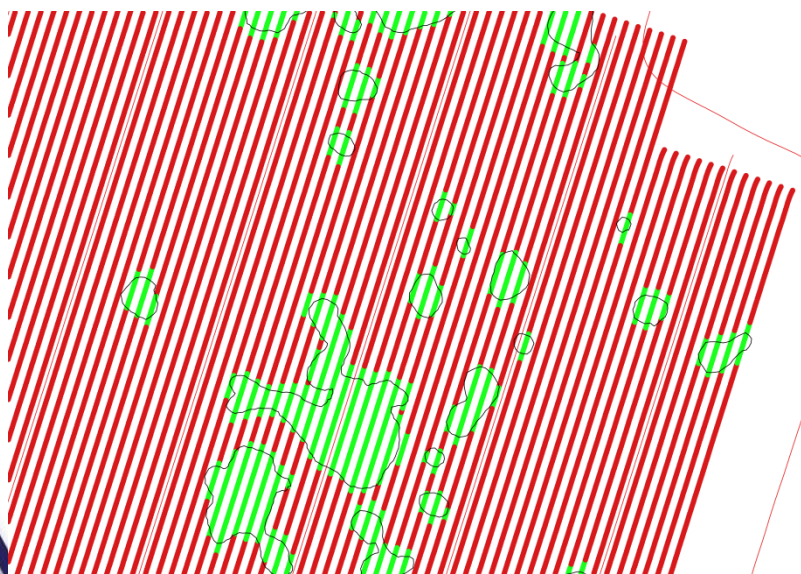
Carte d'application enregistrée
dans la console (Carte de sortie de
la console):



Surface de la parcelle = 4.4 ha
Surface des zones chardons = 0.34 ha

les zones traitées sont
obligatoirement plus grandes que
les zones de chardons

Superposition des zones de chardon (polygone) avec la carte des capteurs de pression :



1 ligne = 1 tronçon
●: tronçon ouvert
●: tronçon fermé

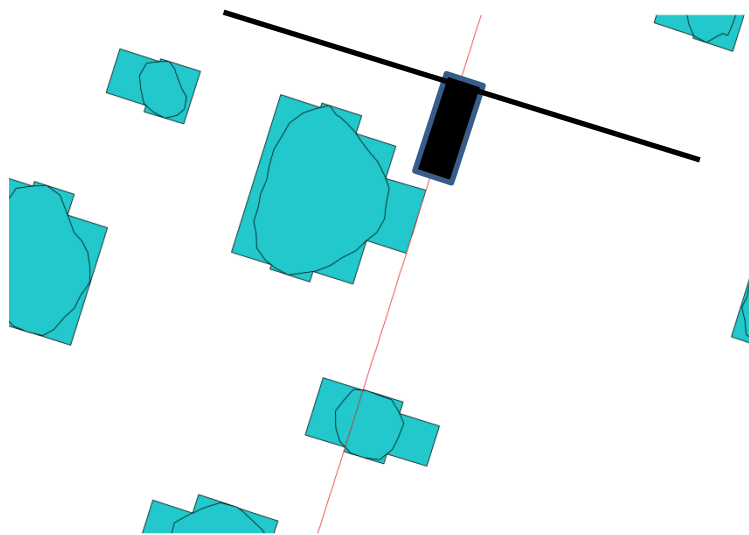
Les tronçons s'ouvrent et se ferment où il faut :

- 88% de la surface n'est pas traitée et correspond à des zones sans chardon
- 9% de la surface est traitée et correspond à des zones avec chardon

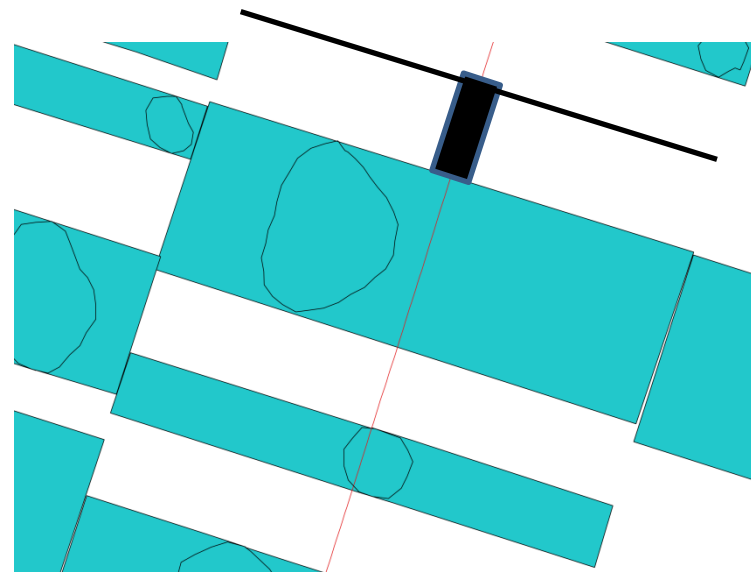
Réduction de 88% de produit utilisé sur la parcelle

Résultats

La réduction de produit dépend
des caractéristiques du pulvé...



Rampe 24 m avec tronçon 2 m

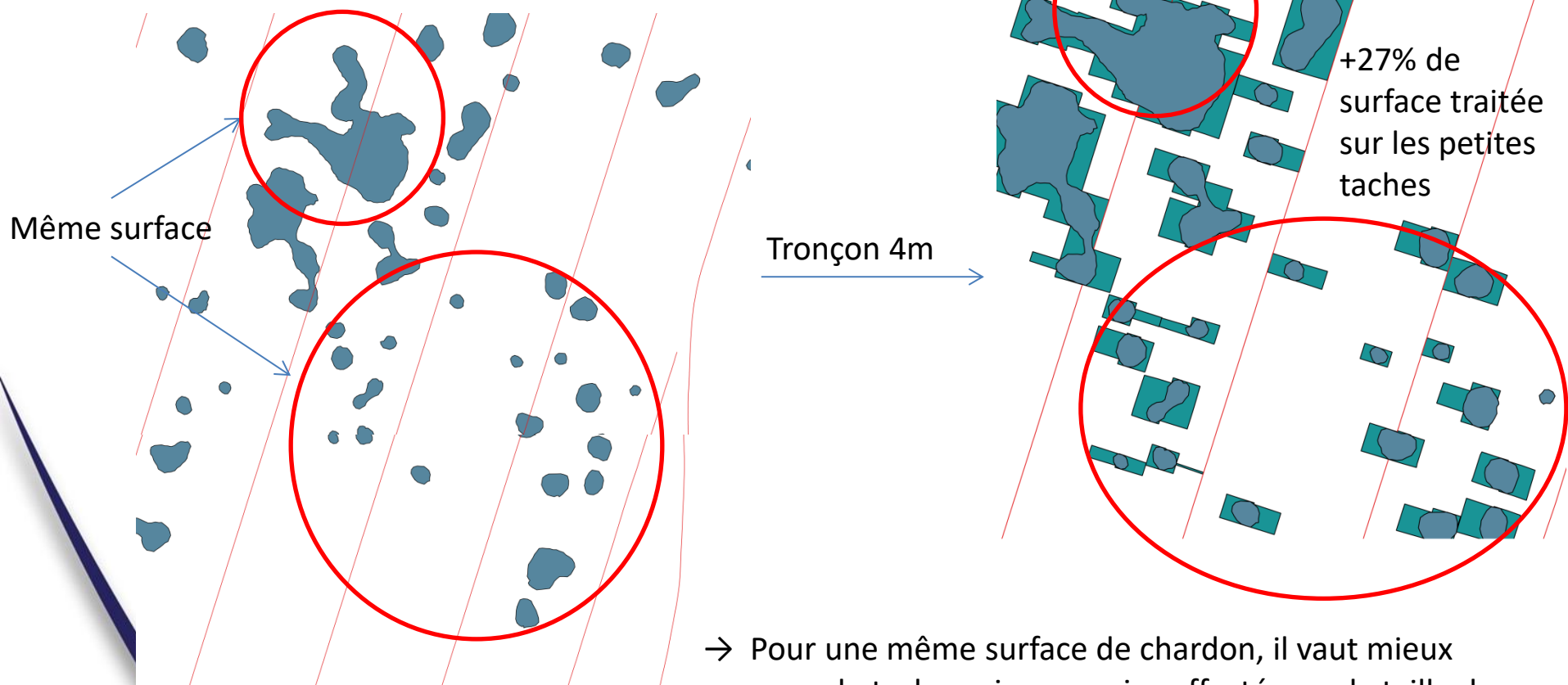


Rampe pleine 24 m

→ plus le tronçon est petit et plus il est facile de respecter la taille de la tâche
Tronçon de 2m : 8.3% de la parcelle traitée
Tronçon de 4m : 10.1% de la parcelle traitée
Rampe de 24m : 28% de la parcelle traitée

Résultats

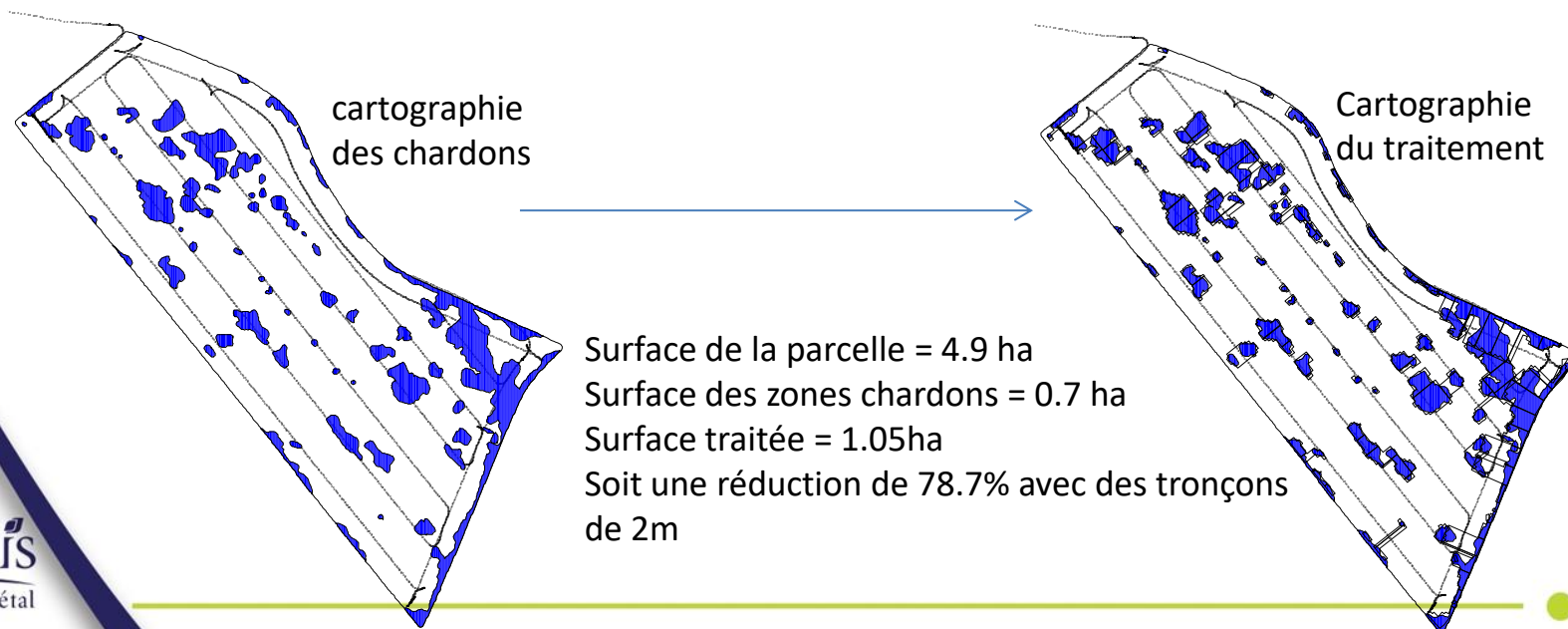
... de la taille et de l'organisation des taches dans la parcelle



→ Pour une même surface de chardon, il vaut mieux une grande tache qui sera moins affectée par la taille du tronçon que plein de petites taches

Conclusions

- Il est possible de respecter une carte de préconisation en ON/OFF avec un pulvérisateur « classique » équipé de coupures de tronçons
- La réduction de produit dépend :
 - De la largeur des tronçons. Plus les tronçons sont petits et plus il est facile de respecter la carte.
 - De la taille et de l'organisation des taches. Il vaut mieux une grande tache que plein de petites taches même si leurs surfaces sont équivalentes.
- Sur notre exemple, la réduction de produit est de 88% avec un pulvérisateur équipé de tronçons de 2m. Sur une autre parcelle, la réduction a été de 79%.

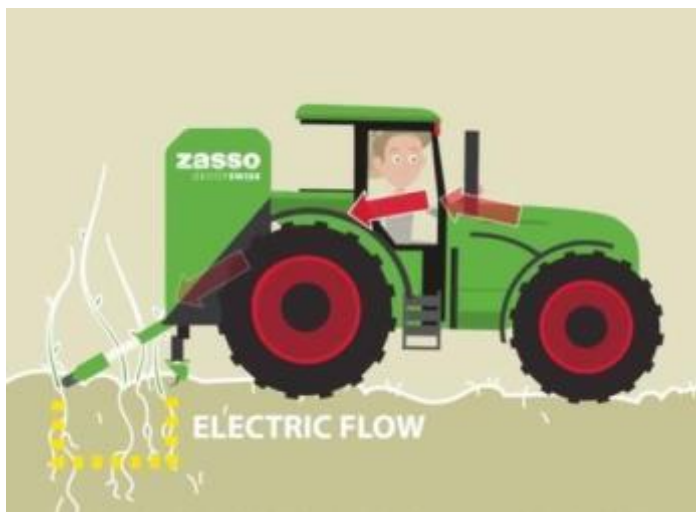


Zasso, une nouvelle solution de désherbage électrique

Applications

Ce matériel fonctionne en plein (sur toute la largeur). Il est donc adapté pour une destruction de couvert ou de prairie.

A terme : un travail sur l'inter-rang



Electroherb / Zasso



Gestion de l'interculture sans glyphosate : les pistes de travail



5. Des itinéraires et systèmes cohérents combinant différents leviers

1. Détruire avec des outils de travail du sol adaptés



4. Techniques de destruction exploratoires

2. Concurrencer les adventices avec des couverts végétaux
(ou s'adapter à la présence de couverts)

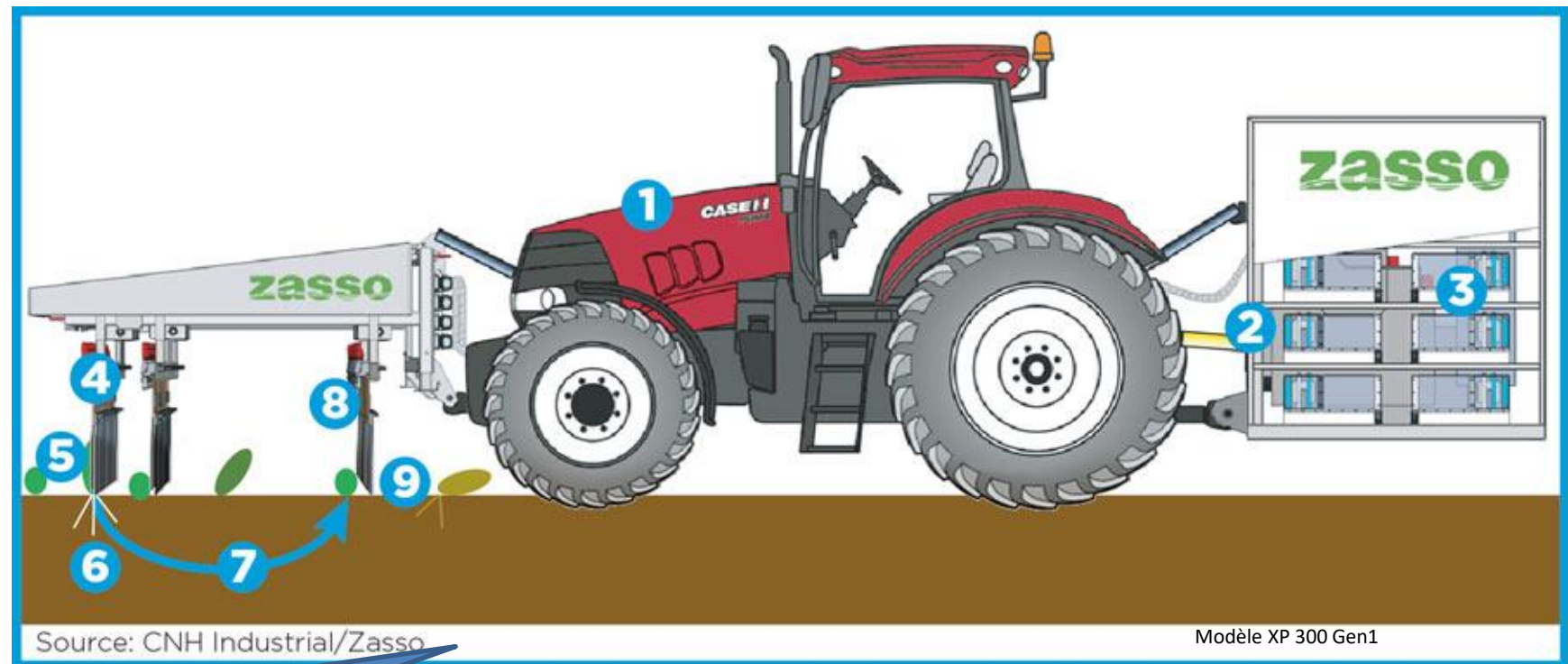


3. Optimiser l'usage des (bio)herbicides pendant l'interculture

- Autres (bio)herbicides
- Roulage avant de traiter
- Pulvérisation localisée



Principe de fonctionnement

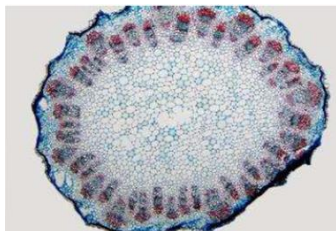


Puissance: 3000W/ lame métallique
 Tension: ≈ 6000 V _ Intensité: ≈ 0,5 A
 Régime pdf: 510 tours/min
 Vitesse de travail: entre 2 et 7 km/h
 Largeur de travail: 3m / 1,2m
 Puissance nécessaire : 40 à 50ch/m
 Débit chantier : 1 à 1.5 ha/h

- ① Moteur du tracteur → NRJ mécanique
- ② Génératrice de courant : NRJ méca → NRJ électrique
- ③ Transformateur → Courant haute tension et haute fréquence
- ④ Appicateurs sur 2 rangées (pôle +)
- ⑤ Flux électrique via contact avec plantes
- ⑥ Flux électrique dans les racines des plantes
- ⑦ Dissipation du courant dans le sol
- ⑧ Appicateur de mise à la terre (pôle -)
- ⑨ Circuit électrique fermé

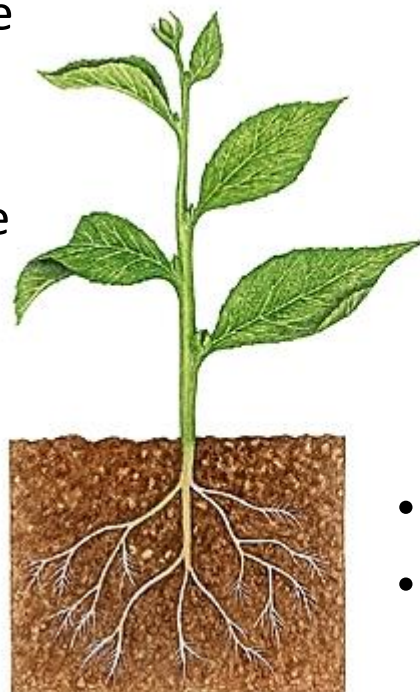


Fondamentaux

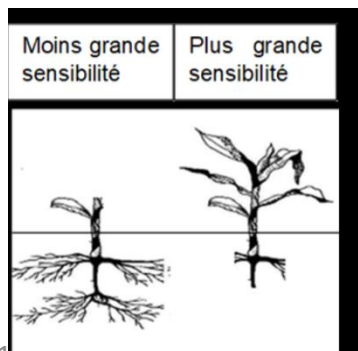


- Temps de contact (vitesse)
- Distance entre les applicateurs + & -

- Biomasse (aérienne/racinaire)
- Humidité du couvert (présence de rosée)
- Nature des couverts (surface feuilles, tiges, densité tissus , type de racines)
- Potentiel de résistance



- Humidité du sol
- Potentiel de résistance

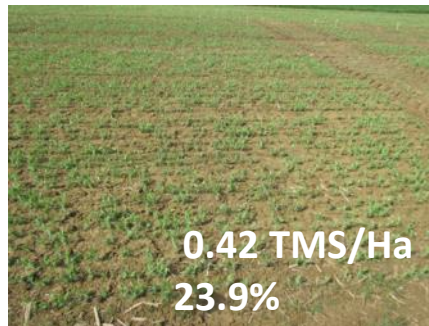


Expérience SHW 2018-2019

Repousses de colza automne



Pois P printemps



BTH printemps



Automne 2018

Biomasse végétal = faible
H2O végétal = humide
H2O sol = très sec

PP automne



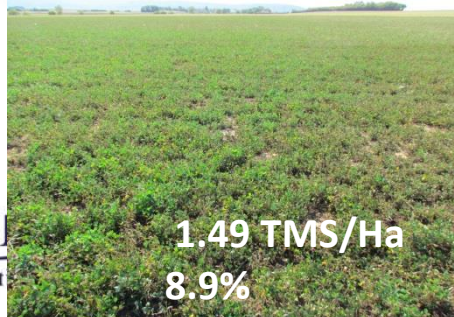
PP printemps



Printemps 2019

Biomasse végétal = élevée
H2O végétal = humide
H2O sol = humide

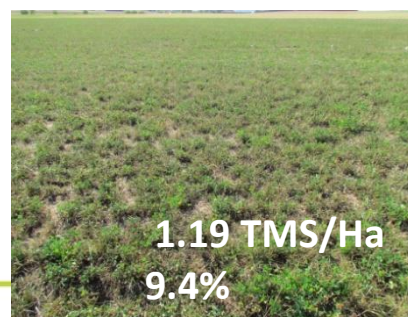
PT TV automne



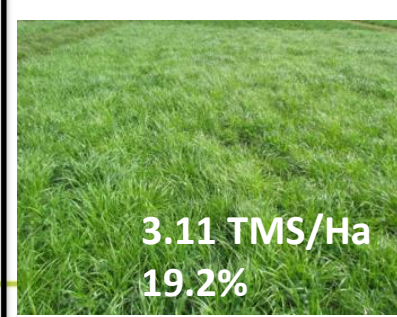
PT TV printemps



PT TV+RG automne

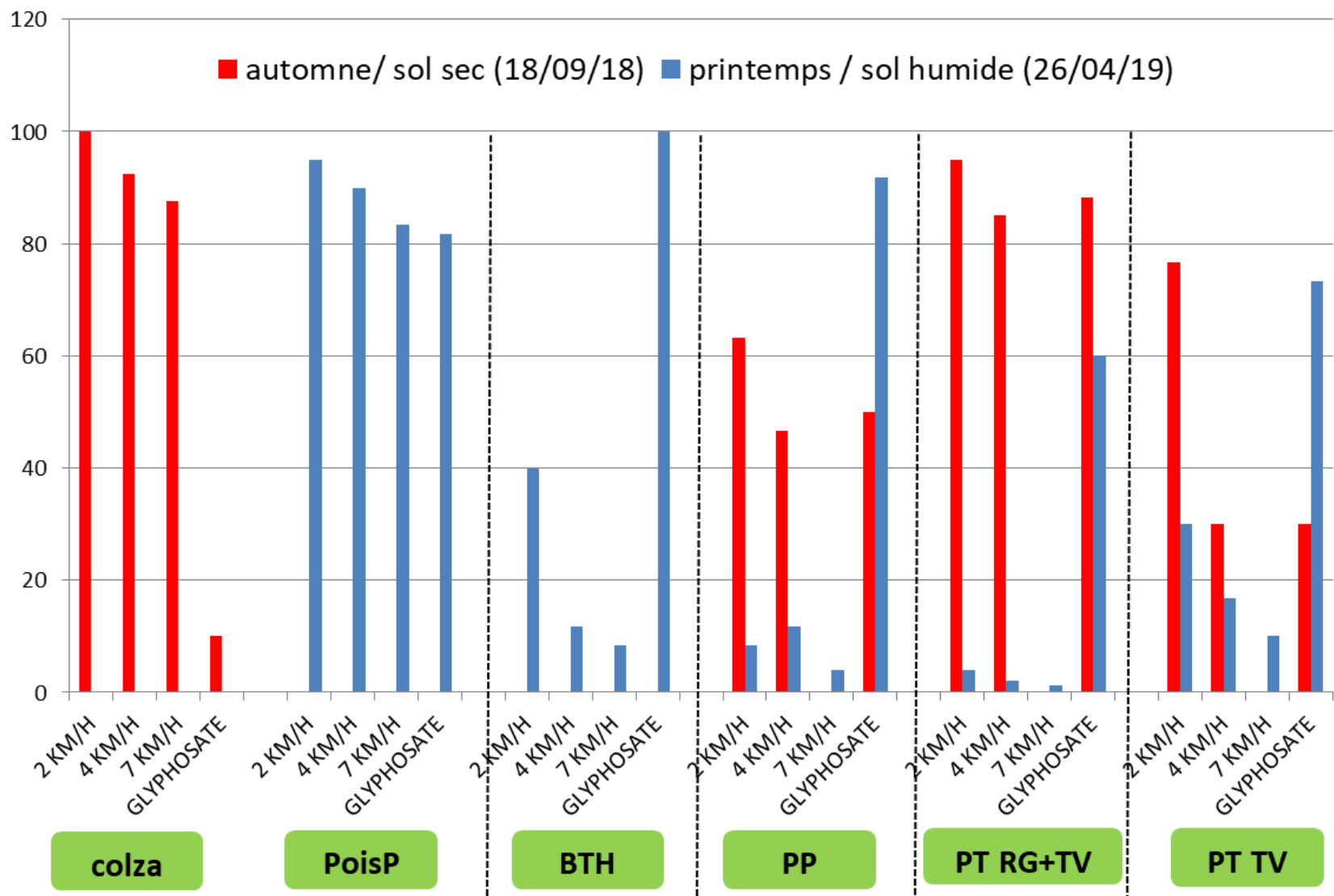


PT TV+RG printemps

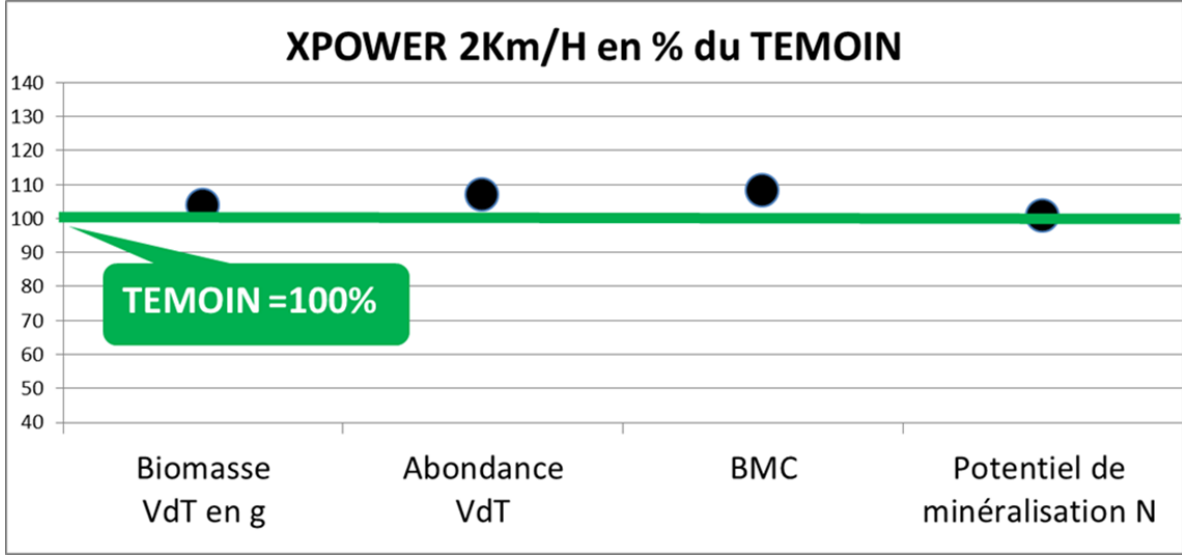
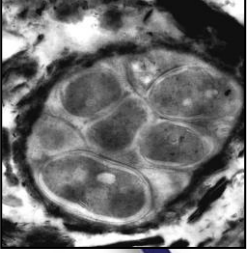
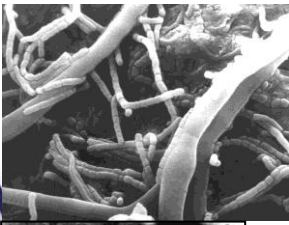


1ers résultats à confirmer

Efficacités Passage +17 j



Impact faune du sol



SHW (55)
passage +3j
Printemps 2019
sous BTH



T+3j après passage
(2km/h)



T+37j après passage
(2km/h)



et les vivaces ?



Grussenheim (68)
09/09/19 2 Km/h

Efficacité
20/09



Glyphosate
(14/09)



Attention aux étincelles !



Intérêt économique de la technologie

Hypothèses de départ

Conditions d'utilisation :

Désherbage de repousses de colza (août voire septembre)

Hypothèse de comparaison :

1 passage de glyphosate à 1.8L/ha
= 1 passage de Zasso
= 2 passages de déchaumeur



A VALIDER PAR DES ESSAIS PLURIANNUELS

Caractéristiques de l'outil Zasso :

- Largeur testée : 1,2m
- Consommation fuel non vérifiée, source constructeur
- Puissance tracteur requise inconnue
- Prix d'achat de l'outil inconnu
- Coût d'entretien inconnu



A VERIFIER, A AFFINER

**Prototype : beaucoup
d'hypothèses et de variantes**

État des lieux des données connues

		ZASSO	Déchaumage
Débit ha/h	Vitesse d'avancement	<i>Essais : 2-4 et 7km/h</i>	✓
	Largeur outil	<i>Essais 1m20 et hypothèse 3m</i>	
€ MO (€/ha)	Charges MO (€/h)	✓ (barème d'entraide à 17€/h)	
	Charges MO (€/ha)	<i>Selon hypothèses ha/h</i>	✓
€ Carburant (€/ha)	Prix (€/L)	✓ (barème d'entraide à 0,65€/L)	
	Consommation (L/ha)	<i>Hypothèses</i>	✓
€ Opération culturale (€/ha)	Prix	<i>Hypothèses</i>	✓
	Amortissement et FF	<i>Hypothèses</i>	✓
	Surface/an	<i>Hypothèses</i>	✓
	Entretien	<i>Non pris en compte</i>	✓

Chiffrage des coûts de passage pour un passage de Zasso à 2km/h

€/ha	ZASSO 3m avec 150CV	Déchaumage x2
Ha/h	0,6	4,10
Charges mécanisation	81€	28€
<i>Dont carburant</i>	10€	6€
Main d'œuvre	28€	8€
Coût de passage €/ha	109€	36€

*Hypothèses prix Zasso 3m: 180 000€
Amortissement technique sur 15 ans*

*Déchaumeur 6m avec
tracteur 150CV*



**Prototype : beaucoup
d'hypothèses et de variantes**

Avis sur ZASSO depuis sa mise en œuvre sur la Digiferme®SHW

- Une technologie très attendue dans un contexte de gestion de la flore adventice/destruction des couverts qui se complexifie.
- Produit encore à l'état de prototype, vigilance sur les résultats liés aux nombreuses hypothèses prises :
 - Prix de l'outil
 - Caractéristiques (largeur, puissance tracteur, consommation fuel, jours disponibles)
- Le débit de chantier et la surface par an sont aujourd'hui très impactants sur le coût du passage/ha
- Les résultats seraient différents sur un schéma de location d'outil ou prestations



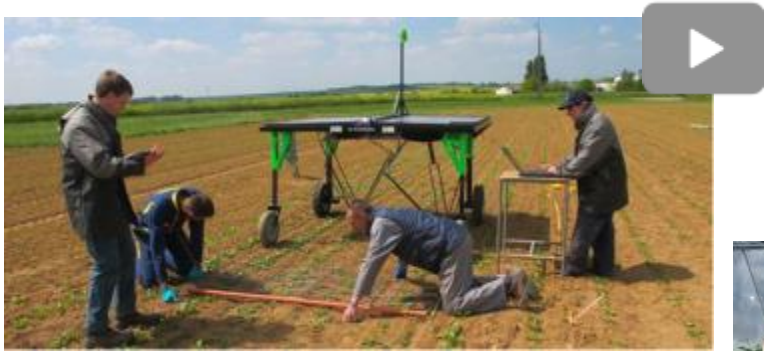
Expé Digiferme® SHW 2016 et 2017

Test du robot Oz – Naïo Technologies :
Développement d'une méthodologie
Objectif : étudier le guidage & l'efficacité du robot sur maïs ensilage



Expé Digiferme® Bg+SHW 2017, 2018 et 2019

Test du robot désherbeur Ecorobotix sur betterave, prairie, colza en partenariat ITB, Terres Inovia
Localisation & efficacité



Test du robot Dino – Naïo Technologies : guidage & efficacité





Caractéristiques :

Destiné à du désherbage en « planche » en maraîchage

- Poids : 600-700kg
- 4 roues motrices/directrices
- Alimentation sur batterie, autonomie 4h
- Guidage autonome via GPS RTK
- 4 éléments bineurs qui travaillent dans l'inter-rang, peut être combiné à herse étrille sur le rang

Prix : 50 000€



Semis RTK + création d'une carte



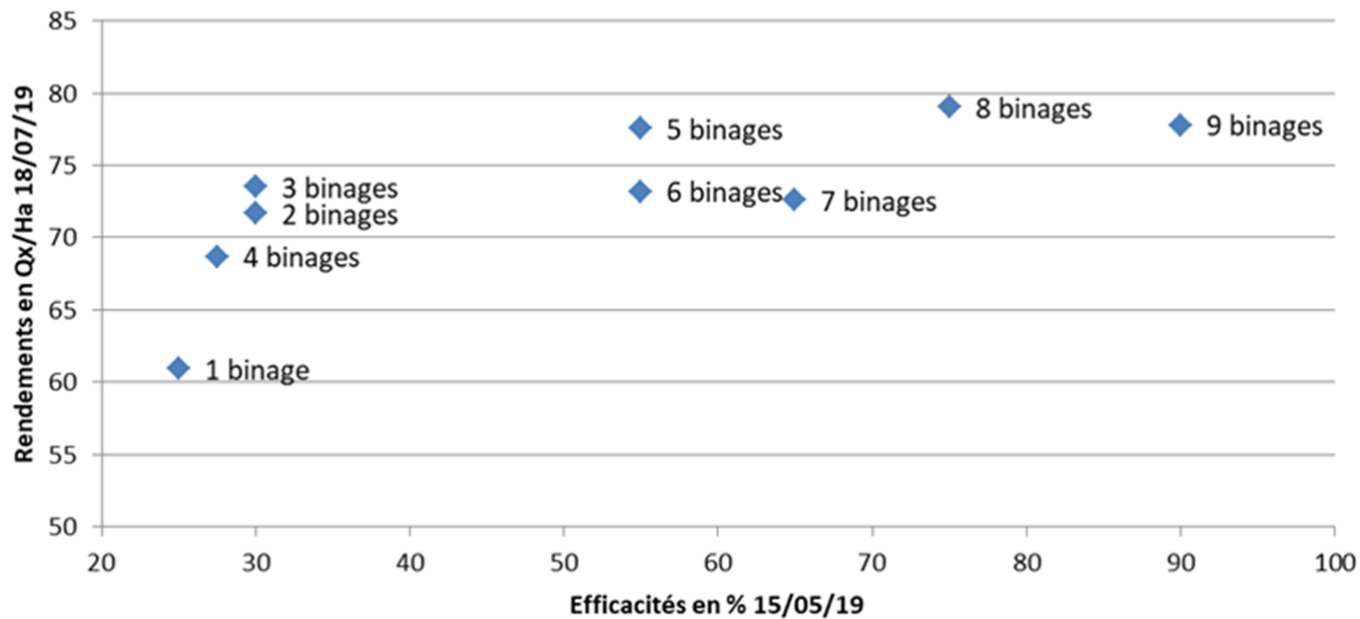
DINO sur blé



Fréquence des passages d'automne : 11/10 - 19/10 - 25/10 - 02/11 - 09/11 - 20/11

Fréquence des passages de printemps : 21/02 - 28/02 - 28/03

Effet fréquence de binage : lien efficacité - rendement



DINO sur ...

OP

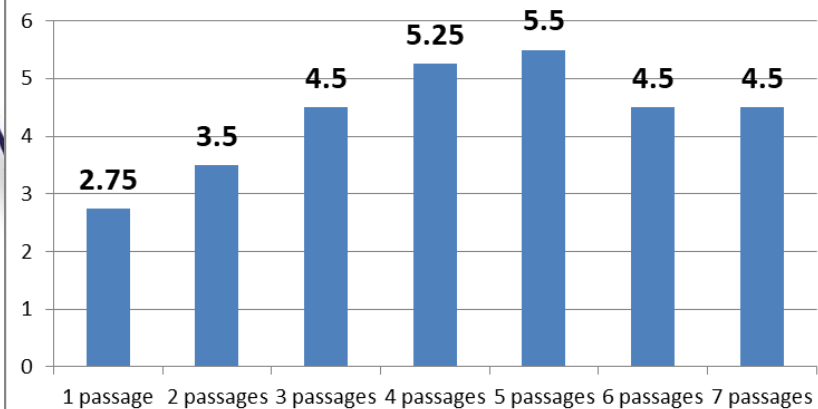


Témoin



7 passages

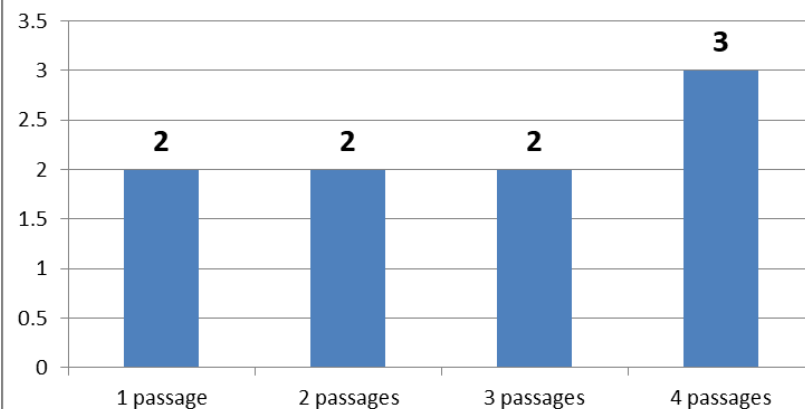
Note de satisfaction (0-10) - 01/07/19



Maïs



Note de satisfaction (0-10) - 06/08/19



Des robots dans les champs, de la science fiction ?

Les conditions de réussite

Autonomie, consommation d'énergie maîtrisée, débit de chantier suffisant, tassement limité...et bien entendu : un bon rapport efficacité/coût (investissement, entretien)

La réglementation et les assurances devront s'adapter à ce nouveau matériel.

Les autres pistes étudiées

Pistes étudiées pour compléter les éléments bineurs ou les remplacer : éléments désherbeurs sur le rang, désherbage électrique, thermique, laser, destruction mécanique par projection....

Un robot pour effaroucher les oiseaux

Test du robot effaroucheur d'Agristruktures sur semis de tournesol en 2018 sur la Digiferme® de Boigneville



Robot effaroucheur autonome

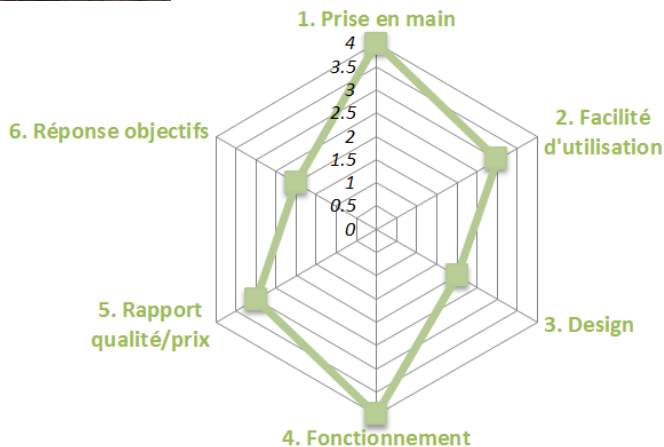
Guidé par GPS

Émet des ultrasons

Couverture : 15ha

Prix : 6 000€

Location : 1 500€/mois



AXE

Stratégie et économie de l'exploitation digitale

Les DIGIFERMES® sont des fermes d'expérimentations à taille réelle pilotées grâce aux outils d'aide à la décision tactiques et stratégiques.

Des évaluations multicritères de performance (SYSTERRE®) des systèmes et des solutions déployées sont réalisées.

Suivi de la multi-performance des dispositifs de la Digiferme de Boigneville

 SYSTEMERRE

un outil d'évaluation multicritères

Des résultats terrain extrapolables à l'échelle de fermes de 300 ha

Une référence : ferme de référence co-construite avec la Chambre d'agriculture de la région Ile de France

Evaluer l'intérêt économique d'une nouvelle technologie

1

Questionnaire de première approche : satisfaction, opérationnalité, efficacité, gains

2

Application des intérêts économiques avec des cas concrets testés sur les Digifermes®

3

Proposition de méthodes d'évaluation économique par catégorie ?

Mémoire de fin d'études juin 2019
AGRICADRE 2017-2019
AVRAIN Alexis

Un protocole d'évaluation pour le matériel/robotique

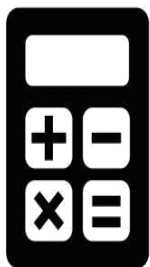
Calculatrice comparative des coûts de passages et graphiques automatiques

Données à compléter et données calculées automatiquement

Méthode innovante ↔ Méthode référente

CHARGES

PRODUITS



Outil pour les techniciens d'expérimentation
Apporter une approche économique aux comptes
rendus techniques

Intérêt économique des nouvelles technologies testées

Même en considérant les technologies étudiées fonctionnelles, peu d'entre elles apportent, pour l'instant, une plus-value à l'agriculteur.

Ce n'est qu'un début.... A terme, étudier l'intérêt d'ajouter les technologies innovantes.

Additionner les méthodes innovantes



Stratégie innovante



DIGIFERMES®: Un projet au service des agriculteurs du futur



Les nouvelles technologies devront contribuer à relever les défis agricoles d'aujourd'hui et de demain en améliorant la multi-performance des fermes.

Avec un pari : une démocratisation future de ces technologies via des prix toujours plus **abordables** et une **prise en main accessible à tous les agriculteurs**



**Merci pour
votre
attention**

<http://agriculture.gouv.fr/demain-lagriculture-une-bd-decouvrir>