



L'agroécologie : des recherches pour la transition des filières et des territoires



Contribution des agroéquipements et du numérique à l'agroécologie

Philippe Faverdin & Xavier Reboud



Frédéric Baret, Patrick Bertuzzi, André Chanzy, Philippe Faverdin, Nathalie Gandon, Frederick Garcia, Raphaël Guatteo, Alexandre Joannon, Morgan Meyer, Xavier Reboud, Christophe Staub, Pierre-Francois Vaquie

Quel sens donner à l'innovation technologique ?

- L'innovation technologique se fera de toute façon.
 - Elle concrétise le 'comment' des actions agricoles et influence directement les décisions.
- Elle permet déjà de réduire les 'fuites' et de mieux valoriser les intrants
 - En élevage, la technologie permet d'adapter les actions et apports aux besoins de chaque animal.
 - En production végétale, le GPS permet une agriculture de précision : fertilisation & protection sanitaire au plus juste.
- Mais « la technologie agricole n'a pas d'âme »
 - Elle peut appuyer les transitions comme elle peut maintenir des objectifs qui n'ont rien d'agroécologique.
 - Elle peut s'inscrire dans la simple continuité des évolutions actuelles comme elle peut soutenir des possibilités de rupture



Quel sens donner à une innovation technologique au service de l'agroécologie ?

- Une définition de l'agroécologie

L'agroécologie comme l'ambition de privilégier chaque fois que possible

- i) les processus biologiques et l'autonomie en lieu et place des apports exogènes,
- ii) dans l'optique de valoriser pleinement les fonctionnalités de l'agroécosystème et
- iii) de rentrer son potentiel de fonctionnalité durable dans les critères de pilotage

↪ **Observer le vivant, en comprenant toute la complexité des interactions**

- Quelles informations maîtriser et comment donnent-elles lieu à modulation ?
- Quelles règles de pilotage du vivant ?

↪ Le processus est lancé => *cf. exemples*

↪ Cela reste le challenge de l'agroécologie que d'outiller les agriculteurs pour basculer dans un paradigme différent et plus durable.



Cerner le périmètre thématique

- S'appuyer sur l'agriculture de précision pour ouvrir vers des modèles d'agriculture agroécologiques, présentant des atouts significatifs de durabilité.
- Machinisme et numérique doivent à la fois
 1. Modifier les manières de produire &
 2. Étendre la gamme des critères pour juger des performances.
Car « *on ne change pas un système sans changer les règles d'évaluation de ses performances* »

Cela interroge chaque pan de la durabilité

1. Social : piloter l'agroenvironnement et automatiser les tâches fastidieuses
2. Économique : tracer les modes de production et l'état des ressources ; faciliter les échanges locaux de produits et ressources
3. Environnemental : diagnostiquer le maintien du potentiel de production et l'état de la biodiversité



Les avancées selon une double gradation : maturité et 'sens agroécologique' porté

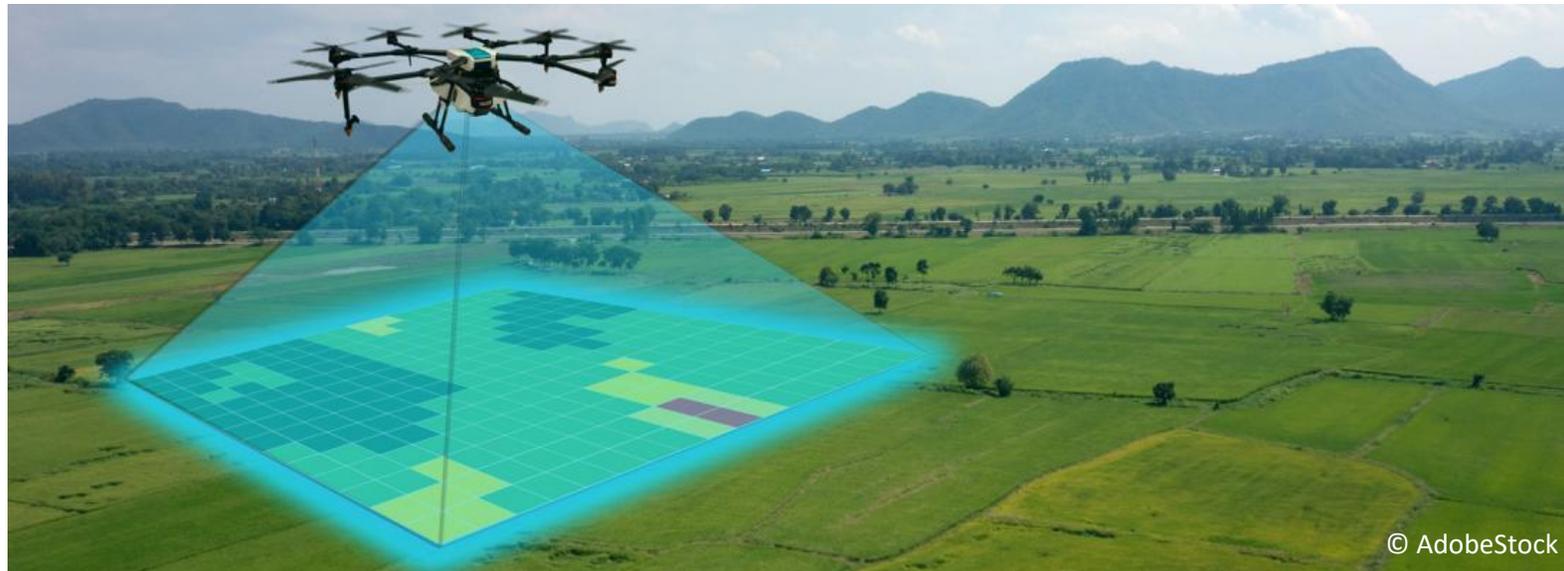
Une réalité

- Diagnostiquer les états du milieu ou des animaux
- Tracer et certifier les modes de production pour soutenir la différenciation (sans OGM, sans pesticide, d'origine locale, respectant le bien-être animal)

Maturité



Agroécologie



© AdobeStock

Les avancées selon une double gradation : maturité et 'sens agroécologique' porté

Une réalité

- Diagnostiquer les états du milieu ou des animaux
- Tracer et certifier les modes de production pour soutenir la différenciation

Maturité



Agroécologie



Bien engagé

- Offrir des alternatives aux pesticides (destruction des couverts sans herbicide)
- Aider à la diversification des assolements



Les avancées selon une double gradation : maturité et 'sens agroécologique' porté

Une réalité

- Diagnostiquer les états du milieu ou des animaux
- Tracer et certifier les modes de production pour soutenir la différenciation (sans OGM, Sans pesticide, d'origine locale, respectant le bien-être animal)

Bien engagé

- Offrir des alternatives aux pesticides (destruction des couverts sans herbicide)
- Aider à la diversification des assolements

A conforter

- **Suivre et piloter les flux de matière** : stockage ou déstockage de carbone
- Informer sur la réalité du fonctionnement agroécologique : potentiel d'activité biologique, état des régulations naturelles, de la biodiversité de manière générale

Maturité



Agroécologie



Quatre exemples

Une réalité

- Diagnostiquer les états du milieu ou des animaux
- Tracer et certifier les modes de production pour soutenir la différenciation

Bien engagé

- Offrir des alternatives aux pesticides (destruction des couverts sans herbicide)
- Aider à la diversification des assolements

A conforter

- Suivre et piloter les flux de matière : stockage ou destruction des résidus, utilisation des déchets, état des régulations naturelles, de la biodiversité de manière générale

1 Pilotage de l'irrigation depuis l'effcience de la ressource jusqu'à la réponse aux besoins spécifiques

2 Assurer la traçabilité de modes de productions avec des particularités

3 Accompagner le déploiement des associations végétales

4 assurer un avenir aux infrastructures agroécologiques

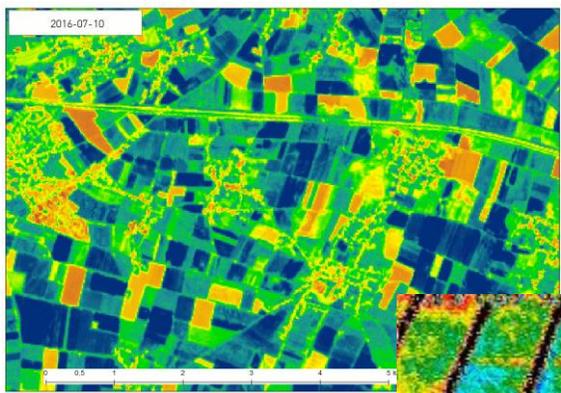


1

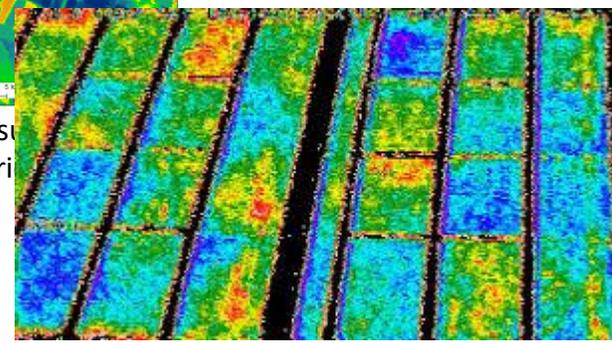


Gradation :

- > Piloter l'irrigation au plus juste des besoins exprimés à l'interaction G*E
- => Caractériser la résistance au sec des variétés
- ==> Identifier précocement les plantes malades



<http://www.quadratic.be/le-sens-des-cultures-par-les-series>



Maturité



Agroécologie

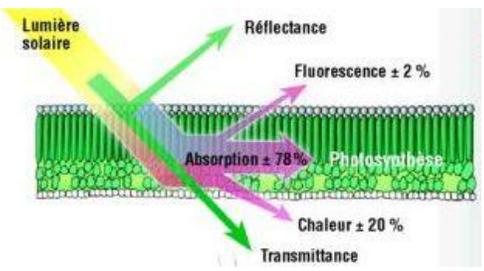


Efficiéce des ressources
Substitution variétale, zonage des variétés
Intervention localisée à la plante malade

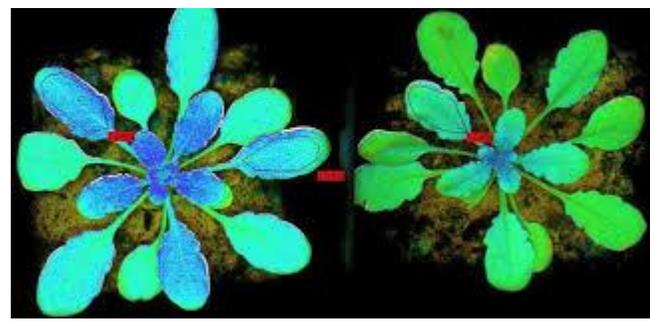
Maturité



Agroécologie



<https://le-futur-de-lagriculture-de-precision/>



Maturité



Agroécologie



<https://www.futura-sciences.com/sciences/observation-terre-flex-surveillera-sante-plantes-depuis-espace>

Le « lait d'herbe », celui des vaches qui broutent

- Plébiscité par les consommateurs (allemands), le lait d'herbe est acheté ~50 cts € plus cher le litre.
- Il nécessite la confiance du consommateur qui implique :
 - **traçabilité**
 - **dupliquer la chaîne de conditionnement**

Maturité



Agroécologie



Sur +50cts € le producteur touche + 6 cts
Le lait d'herbe permet de maintenir la surface en prairie
Il limite d'autant les besoins en maïs ensilage et de soja.
Actuellement, la production ne couvre pas la demande



interreg-protcow

www.web-agri.fr/faut-il-se-lancer-dans-une-demarche-lait-a-l-herbe-et-sans-ogm

3

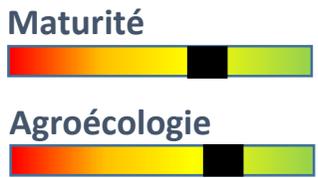
Gradation :

- Restaurer la trame bocagère (et favoriser le maintien de la biodiversité)
- => Fixer la biomasse (stocker du carbone) et diversifier les produits issus d'une parcelle
- ==> valoriser la production localement, voire faciliter l'articulation polyculture-élevage



Valoriser le bois bocager en litière

Deux journées de présentation des premiers résultats des projets de recherche en cours sur la valorisation du bois bocager des exploitations, menés avec les partenaires du monde agricole (*), ont eu lieu en début d'été à l'Unité expérimentale HerbiPôle du Centre Auvergne-Rhône-Alpes pour les professionnels et chargés de développement agricole.



4

Gradation :

> Répartir les risques

=> Tirer profit des interactions bénéfiques

==> Basculer dans une logique de gamme & l'étalement des circuits de commercialisation



Maturité



Agroécologie



Besoin ponctuel (CUMA)

Parfois dans la rotation (culture en relai Orge-Soja)

La logique de l'exploitation (diversification)



Maturité



Agroécologie



<https://demain-vendee.fr/reportages/entre-agro-ecologie-diversite-et-autonomie-rencontre-avec-marie-schwab-de-la-ferme-ursule-a-chantonnay/>

Maturité



Agroécologie



AB

GAEC URSULE - VENDÉE
TCS, DIVERSITÉ ET AUTONOMIE

Fondé en 1983 par Jacques et Pierrette Morineau et Christian Gaultier, le GAEC Ursule est situé en Vendée sur la commune de Chantonnay, les 260 ha de terres cultivées font vivre aujourd'hui quatre associés et deux salariés qui y produisent en bio depuis 1998, des céréales, du lait, de l'œuf et du poulet. La surface par personne, approximativement de 40 ha, n'a plus varié depuis les débuts du GAEC, mais permet à chacun de vivre dignement grâce à une recherche d'autonomie et de valorisation poussée : le revenu est estimé à 30 000 à 50 000 euros par associé avec un BE de 50 000 à 60 000 euros. La diversification des cultures et des productions est vue comme un facteur de stabilité économique et agronomique.

Des rotations longues sur base de prairie. Les terres du GAEC sont en grande partie des sols argilo-calcaires superficiels ou plus profonds (15 cm à 1 m de sol), limono-sableux à très argileux qui reçoivent des plantes différentes en fonction de leur résistance ou non à la sécheresse. 40 à 50 ha sont La prairie granimée est composée de fétuque des prés, de dactyle et de RGA. Viennent ensuite deux céréales d'hiver, suivies de deux cultures de printemps (deux maïs ou maïs/maïs) et de deux cultures de printemps (deux maïs ou maïs/maïs).

Sur les terres superficielles, l'adaptation à la sécheresse est indispensable et la prairie pâturée ou fauchée est donc

La prairie granimée est composée de fétuque des prés, de dactyle et de RGA. Viennent ensuite deux céréales d'hiver, suivies de deux cultures de printemps (deux maïs ou maïs/maïs) et de deux cultures de printemps (deux maïs ou maïs/maïs).

Sur les terres superficielles, l'adaptation à la sécheresse est indispensable et la prairie pâturée ou fauchée est donc

Des céréales, des mélanges céréales-légumineuses, ou des maïs. Deux ans de céréales peuvent être remplacés par du sainfoin.

triticale/maïs/évoles/bé/tournesol ou mélange céréale-présoignon.

Petites parcelles et rotation 2/2

LES DÉFIS DE L'AGRICULTURE CONNECTÉE DANS UNE SOCIÉTÉ NUMÉRIQUE

NOV 2015

16 propositions pour repenser la production, la distribution et la consommation alimentaires à l'ère du numérique

rennaissance

AUGMENTATION DE 2,6% DE L'INTENSITÉ DE LA LUMIÈRE AU SECTEUR 2.

DIMINUTION DES APPORTS EN AZOTE.

BASSIN ITES.

Certifier

Tailler



Trier



- reconception
- substitution
- efficience



Traduction dans des équipements adaptés



OptiDrone: trichogrammes contre la pyrale du maïs

Infléchir

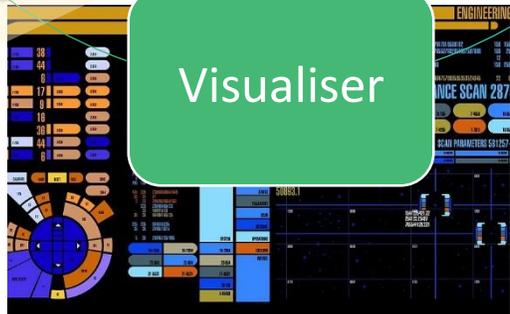
Di@gnoplant

CS & Android

Application - Tomate

Etudiez la biologie de l'organisme responsable et consultez les conseils préconisés pour protéger vos tomates.

Visualiser



Superposer



<http://agriculture.gouv.fr/telecharger/>

Diversité à tous les étages

AGRICULTURE DURABLE De multiples cultures, des espèces cultivées en mélanges, des insectes qui prolifèrent dans 40 kilomètres de haies... au Gaec Ursule, la biodiversité est partout. Et c'est une affaire rentable.

Quels atouts couverts,
Quelle généralisation possible,
& quels enjeux scientifiques ?

- Machinisme (dans les champs et sur la ferme)
- Marché étendu ou marché de niche
- Choix variétaux adaptés
- Couverture des performances



L'association tournesol-sarrasin est aussi propre qu'un tournesol biné. Et en semant le sarrasin après un binage, il n'y a pas d'impact sur le rendement.



Toutes les cultures, sauf le blé meunier, sont associées.

TECHNIQUE

Mélange de variétés

Pour sécuriser les cultures par rapport au climat, chaque espèce associe deux à huit variétés. Le Gaec sème sept à huit variétés de blé, sept à huit variétés de triticale, trois variétés de pois fourragers, deux de pois protéagineux, trois de féverole... En blé, il utilise par exemple Renan, Pireneo, Camp Remy, Capo, Saturnus, Skerzzo et Lukullus en terre profonde et il y rajoute 40 % de Cézanne et Orpic en terre superficielle.

Bilan actuel

- D'une logique d'intensité croissante depuis un gain d'efficacité jusqu'à la substitution et reconception.
 - Agriculture de précision porte surtout sur le gain d'efficacité.
 - La substitution offre quelques ouvertures d'agroécologisation encore variable comme la gestion des couverts sans recours aux herbicides (désherbage mécanique >> semi sous couvert permanent)
 - La re-conception profonde peine si l'offre ne tire pas la demande et réciproquement ; **on reste dans l'attente du changement de paradigme.**
(Les innovations ne sont pas mures bien qu'elles préfigurent déjà les agricultures de demain)
- Poursuivre l'élargissement du champ d'action



Quels seraient les symboles de succès ?



- Le contrôle biologique par des auxiliaires (macro et microorganismes) est un secteur d'activité intégré à chaque exploitation
- le machinisme permet la prise en charge de la diversification (de la parcelle au marché) et facilite la prise en charge de quelques animaux d'élevage
- le numérique agricole se concrétise à travers une salle ou des écrans de visualisation et de contrôle des flux (de matière, d'énergie, d'information), adossé à des leviers de pilotage (Stocker / libérer)
- un agriculteur peut vivre de son activité à travers sa contribution à la production des services nécessaires au fonctionnement de l'agro-écosystème. Il peut même en faire sa seule production

Si l'économie prend soin des machines et de leur amortissement, alors elle doit prévoir la régénération des systèmes biologiques. Compter sur le vivant, c'est forcément en prendre soin. Tout agriculteur sait qu'on ne peut éreinter les organismes, les sols, les écosystèmes sous peine de tout perdre

(Urgence du vivant : « La bioéconomie oblige les logiques libérales à se réformer ». Dorothée Browaeys - 5 Septembre 2018)

Les enjeux de recherche pour l'agroécologie (1/3)

- Équipements permettant de **valoriser l'interaction G*Conduite**
 - Qualifier & sélectionner selon des critères de durabilité des variétés et de l'élevage
 - Articuler les moyens d'action et les propriétés des animaux ou des plantes :
 - Robustesse des animaux pour se passer des antibiotiques par exemple
 - Mode de destruction du couvert végétal selon son type (roulage ou gel hivernal)
 - **Concevoir conjointement les caractéristiques biologiques et les leviers de pilotage**
- Projet PIA 'phénomène', UMT Capte, etc.
- **Du phénotypage pour des objectifs de recherche à un phénotypage au sein des exploitations**



Les enjeux de recherche pour l'agroécologie (2/3)

- La technologie permet de **gérer les hétérogénéités et moduler les risques**
 - Les risques sont anticipés et la diversification des situations permet de les minimiser
 - **Les hétérogénéités/diversités sont valorisées voire construites comme outil de résilience et non uniquement nivelées**
- Dispositifs
 - Réseau d'épidémiosurveillance,
 - Expérimentation de cultures associées & tri post-récolte, etc.
- Partenariats
 - Territoriaux (circuits), Sciences de l'ingénieur, modélisation
 - Agroéquipementiers
- ...



Les enjeux de recherche pour l'agroécologie (3/3)

Déployer l'interface entre sciences de l'ingénieur et la biologie

- Dispositifs

- Programmes de recherche interdisciplinaires
- Rapprochement INRA + Irstea = INRAE
- Enseignement aussi !



PROPOSITIONS POUR UN PROGRAMME PRIORITAIRE DE RECHERCHE

« CULTIVER ET PROTÉGER AUTREMENT »

Alternative aux phytosanitaires : mobiliser les leviers de l'agroécologie, du biocontrôle et de la prophylaxie pour une agriculture performante et durable

