

# **Etude « sols de vergers »**

**Point d'étape 10/2018 – 02/2019**

**Compléments aux interventions :  
outils disponibles et extraits des  
entretiens**

**Caroline Goutines**

**Journée d'échange sur la valorisation des sols de vergers : quels leviers  
d'actions pour une production durable ?**

**Séminaire GIS Fruits, 19 février 2019 | Paris**

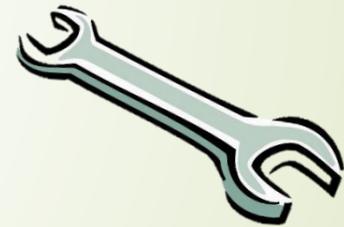


# Compléments aux interventions : outils disponibles et extraits des entretiens

- Outils terrain de « pilotage » de la fertilisation
- Outils de modélisation
- Retours sur les pratiques innovantes de gestion du sol et de la fertilisation
- Questionnements sur les dynamiques des nutriments



# Outils terrain de « pilotage » de la fertilisation





4

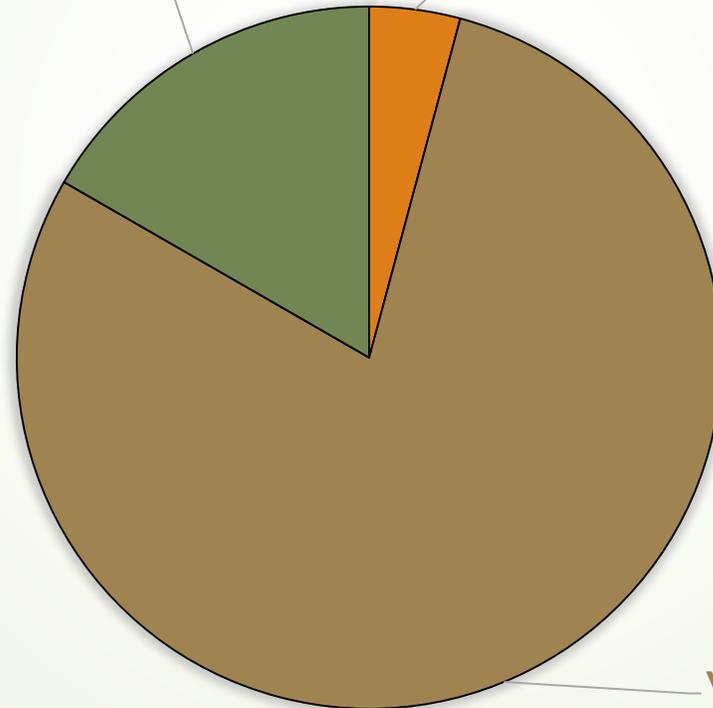
# Outils terrain de « pilotage » de la fertilisation

PF-3®
RQFlex®
Nitracheck®
RQFlex®
Outils Horiba CARDY : teneurs en K <sup>+</sup> , NA <sup>+</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , chlorophylle, pH, Ecp

**Kits photomètres; 4**

**Capteurs NO<sub>3</sub> et K; 1**

Sonde Nutrisens (Corhize)



**Capteurs optiques (indices de végétation); 19**

SPAD®
LICOR : LAI-2200C Plant Canopy Analyzer
N-tester®
Greenseeker®
Dualex®
Multiplex®
PAM®
N-pilot®
atLEAF®
MC-100 Chlorophyll Concentration Meter
CCM-200 Chlorophyll Content Meter Plus
MSR5/87/16R
CropSpec
Spectral Reflectance Sensor
OptRx Crop Sensor
N-sensor ALS
Crop Circle ACS 430
Crop Circle ACS 470
RapidScan CS-45



# Outils terrain de « pilotage » de la fertilisation

5

Mesure généralement bien corrélée avec la teneur en azote des feuilles.

Outil intéressant en suivi régulier pour ajuster les doses de fertilisants.

« On est loin d'avoir un opérationnel et assez précis ou alors les outils sont passés à la trappe. S'ils fonctionnaient, ils auraient été utilisés. »

Problème d'échantillonnages, nécessité de calibrage (peut être long et couteux), forte variabilité, cher  
Outil pour piloter la fertilisation : NON



Chlorophyll-meter

400€/unité

Facile à mettre en œuvre

« Grâce à ces outils j'ai fait le lien : apports importants/peu fractionnés - mauvaise assimilation de K et taux de BRIX pas satisfaisant. »



Analyse fruit (Horiba®)

Permet de suivre la minéralisation d'azote.

Nous nous en servons quand nous fertilisons ou quand nous changeons le plan de fumure (NO<sub>3</sub> apporte plus que NH<sub>4</sub>)



« Je n'utilise pas de Nitrachek, c'est trop ponctuel, ça ne descend pas à jusqu'à 1m de profondeur. »

Pas d'info sur la MO.

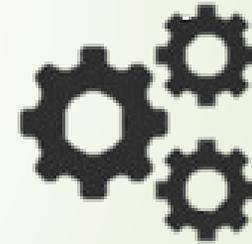
Vision partielle de la minéralisation mais « trop tard ; dose déjà apportée. »

« Azote avec reliquat et pas Nitrachek car NH<sub>4</sub> m'intéresse. En labo car pas cher et fiable. Le Nitrachek est variable et trop long, pas forcément d'agitateur. »



Nitrachek®

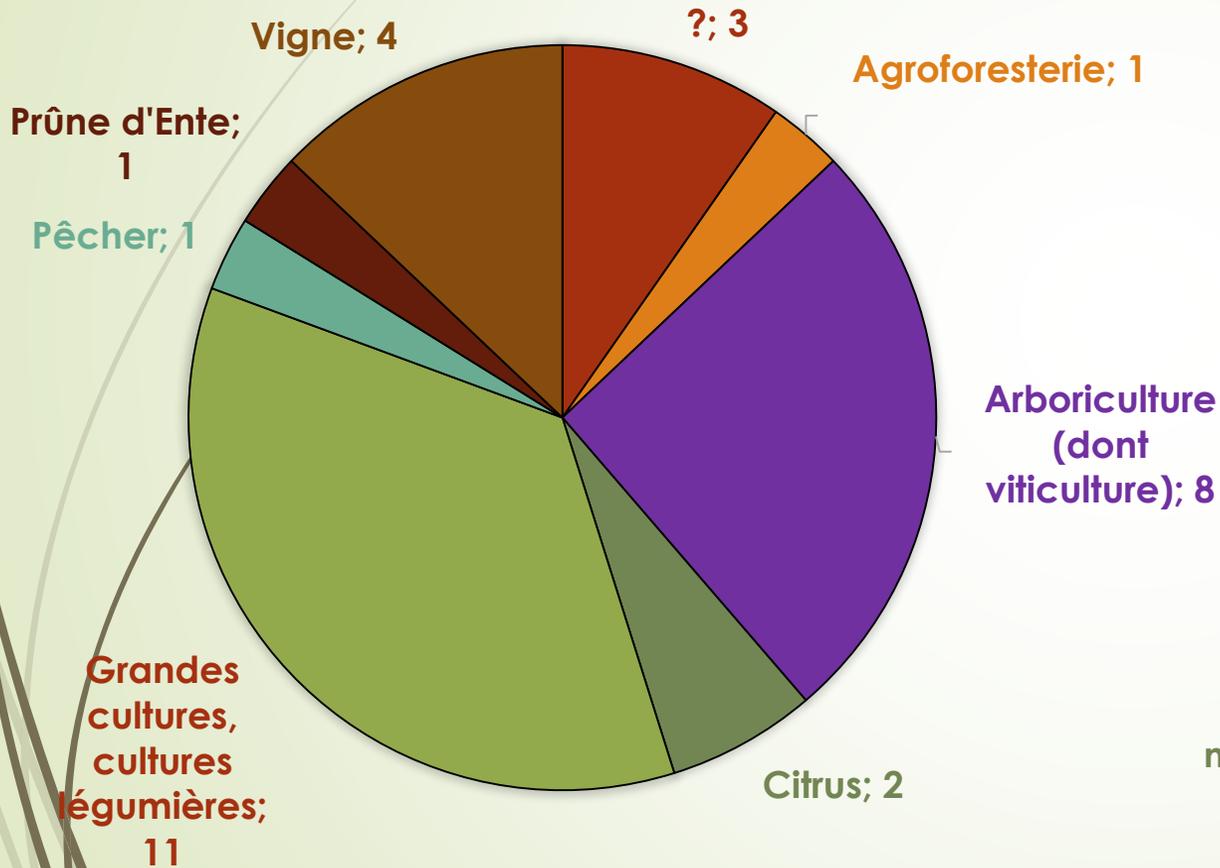
# Outils de modélisation



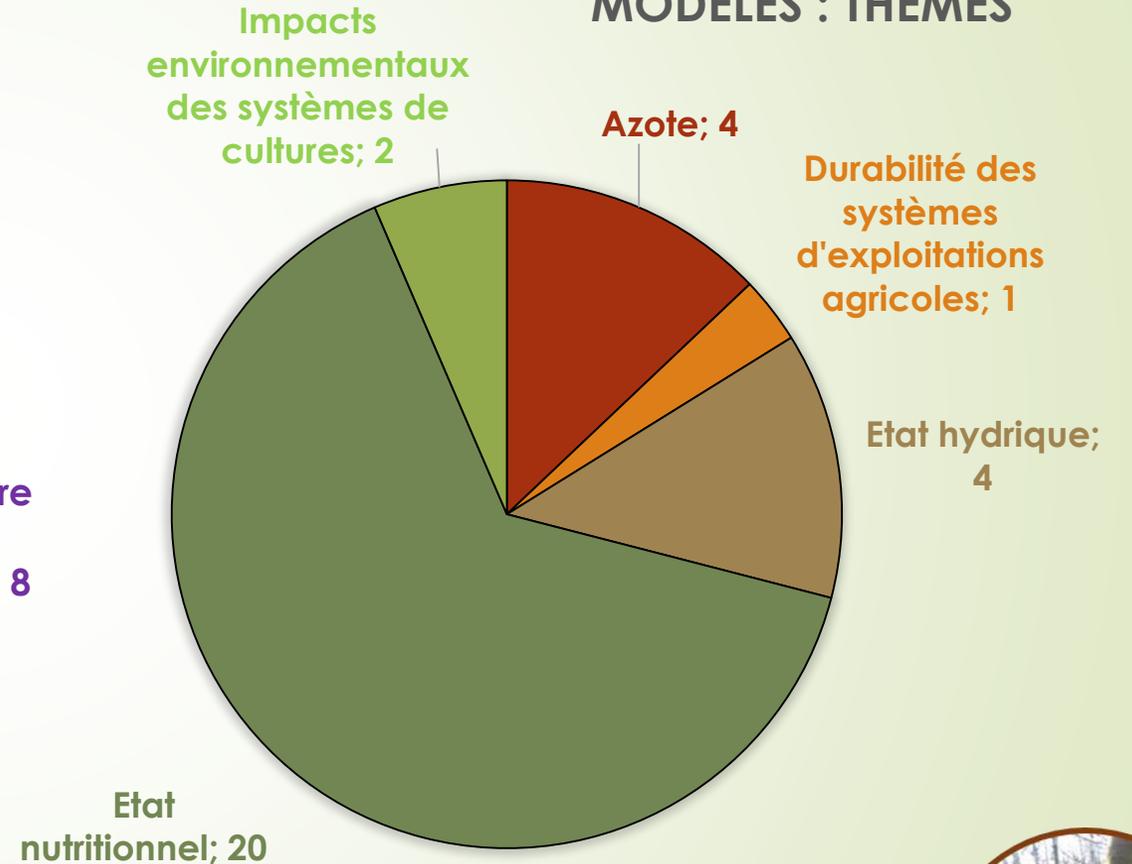


# Outils de modélisation

## MODÈLES : TYPES DE CULTURES



## MODÈLES : THÈMES



# Zoom sur quelques outils de modélisation



8

Outils	Description	Fonctionnement	Limites / avantages	Cultures	Utilisateurs	Concepteur
<b>Simeos AMG / AMG</b>	<p>L'outil est construit à partir du modèle de bilan humique à long terme AMG de l'INRA de Laon.</p> <p>Variables d'entrées :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Système de culture : rotation culturale, rendements, cultures intermédiaires implantées, amendements organiques, dose d'irrigation, travail du sol, ...</li> <li>- Caractéristiques simples du sol</li> <li>- Climat local</li> </ul> <p>Variables de sorties : entrées annuelles de carbone au sol ; pertes de carbone du sol ; l'évolution de l'état organique du sol dans les couches travaillées et non travaillées.</p>	<p>Le modèle AMG dérive du modèle Hénin-Dupuis de 1945</p> <p>Différencie deux compartiments de l'humus : une fraction de carbone stable et une fraction de carbone active</p>	<p>Simple : facilité d'accès aux données nécessaires à son utilisation.</p> <p>Fiable : fondements scientifiques établis par l'INRA.</p> <p>Interactif : test de scénarios personnalisés.</p>	Grandes cultures, vigne	Conseillers, techniciens agricoles et les agriculteurs	Agro-transfert, INRA-UMR AGROIMPACT
<b>AZOFERT</b>	<p>Bilan d'azote minéral complet, modélisation dynamique des fournitures du sol et des différentes sources de matières organiques. Prise en compte des données climatiques, volatilisation ammoniacale et organisation microbienne.</p>	<p>Jours normalisés ( T°C = 15°C , humidité = teneur en eau à la capacité au champ)</p> <p>La décomposition des résidus de culture et des produits organiques = f(Caractéristiques chimiques et C/N des produits, température et humidité du sol) (Nicolardot et al.,2001) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Minéralisation</li> <li>- N- engrais organisée</li> <li>- Volatilisation</li> </ul>	Interface lourde	Grandes cultures, maraîchage, cultures spécialisées : vigne (à améliorer), en cours d'adaptation au pommier et au pêcher.	Laboratoires, conseillers, chercheurs	INRA- UMR AgrolImpact, LDAR, ITB.

# Zoom sur quelques outils de modélisation



9

Outils	Description	Fonctionnement	Limites / avantages	Cultures	Utilisateurs	Concepteur
<b>Regifert</b>	Logiciel de diagnostic et de prescription pour les éléments P, K, Mg, Cu, Zn, Mn, B, le carbone organique et le statut acido-basique du sol	Un projet de mise à jour de l'outil Régifert, soutenu par le RMT Fertilisation & Environnement, est en cours. La nouvelle version du modèle comprendra les aboutissements des travaux issus du projet CASDAR AMG, c'est-à-dire une nouvelle version du modèle AMG, appliquée à la gestion du statut organique des sols (interprétation de l'analyse carbone oxydable) et du projet CASDAR RIP (raisonnement innovant de la fertilisation phosphatée).	Diagnostic et prescription pour l'ensemble des éléments minéraux et/ou propriétés du sol mesurés lors de l'analyse, largement paramétrable par l'utilisateur → valorisation et capitalisation des références agronomiques acquises localement.	Grandes cultures	Laboratoires d'analyses de terre	Pascal DUBRULLE (INRA Laon) et Pascal DENOROY (INRA Bordeaux)
<b>FERTIWeb® / CHN</b>	Logiciel permettant de réaliser des plans de fumure prévisionnels conformes à la réglementation. Calcule les doses en azote, en P, en K, en Mg, en S, en amendements basiques et en oligo-éléments.  Utilise le modèle CHN d'Arvalis.	3 compartiments : sol, plante et atmosphère Bases de données d'Arvalis Les flux de carbone (ou bilan humique) → formalismes du modèle AMG. Les flux d'azote → références du COMIFER ainsi d'autre bibliographie. Pour les flux d'eau, l'évaporation des plantes et la transpiration du sol sont séparées.  CHN intégré dans FERTIWeb® et Irré-LIS®	?	Grandes cultures, cultures fourragères et prairies, cultures légumières de plein champ et cultures pérennes (vigne et arboriculture).  CHN : maïs, blé tendre et blé dur.	Producteurs, conseillers	Arvalis – Institut du végétal

une adaptation à l'arboriculture?



# Références

- [Azofert. Dans : Colloque international 2009 : l'Europe de la fertilisation. AgroCampus Ouest - Rennes. p. 5.](#)
- [http://www.rmt-fertilisationetenvironnement.org/moodle/course/view.php?id=6](#)
- [http://www.rmt-fertilisationetenvironnement.org/moodle/course/view.php?id=7](#)
- Denoroy P, Dubrulle P, Villette C, Colomb B coordinateurs (2004) RegiFert, interpréter les résultats d'analyses de terre, INRA Editions, Collection Techniques et pratiques. 123 p.
- [http://www.agro-transfert-rt.org/projets/consortium-amg/](#)
- L'appro Fertis. Simeos-AMG : un outil pour gérer la matière organique du sol. Semences & Progrès. Octobre 2017(182), p. 88-93.
- [https://www.arvalisinstitutduvegetal.fr/dossier-de-presse-fertiweb-le-nouvel-outil-de-calcul-des-plans-de-fumure-complets-agronomiques-et-reglementaires-@/view-1582-arvstatiques.html](#)
- Soenen B., Le Bris X., & Le Souder C. 2015. Premières valorisations agronomiques du modèle de culture CHN.
- [https://www.arvalis-infos.fr/file/galleryelement/pj/b3/56/bf/f3/16px30-fertiweb4902842735930498029.pdf](#)



# Approches de modélisation – Retour sur des outils



Les formalismes de Nutriprune sont basés sur des travaux classiques du CTIFL Il prend en compte le potentiel de minéralisation de l'Azote et l'évolution des teneurs en matière organique.

« J'aimerais pouvoir continuer à me servir de ce genre de logiciel pour d'autres cultures fruitières mais je ne sais pas lequel, Régifert ? »

« C'est le seul exemple d'une inter profession qui s'est construit un instrument spécifique d'interprétation du sol et des végétaux. »

L'intérêt est le concept, il est très personnalisé à l'ère du Prunier d'Ente.

Nutriprune



« Nutriprune est destiné au techniciens mais peu de gens l'utilise, serait pas mal de faire un outil destiné aux producteurs (travailler sur l'interface). »



Les besoins sont estimés avec les formules de Soing (travaux du Ctifl). Mais ces besoins sont surestimés et les producteurs mettent moins.

Il manque des formalismes sur le compartiment plante.

Il nous manque des références pour d'autres variétés d'intérêt comme la prune du japon et autre.

AZOFERT®

Ensuite l'autre travail sur AZOFERT est sur l'ergonomie car l'outil est lourd. Nous voulons automatiser des données dans outil.



*« Si il y a des références, oui les logiciels de modélisation peuvent servir en outil de pilotage »*

➤ **Outil de calcul de bilan humique :**

*« [...] le plus intéressant même si ce n'est qu'un modèle, ça permet de se projeter pour l'agriculteur, de se poser des questions sur sol. Permet de prendre des décisions tout de suite même si la marge d'erreur importante »*

➤ **Outils de dynamique de la matière organique :**

*« Je souhaite un calcul théorique de la **minéralisation de l'azote** »*

*« Ca serait intéressant de l'intégrer **dans des sondes terrain** »*

*« Je souhaite que les données brutes de station météo soient envoyées directement dans le logiciel pour la **dynamique de la matière organique** et pour piloter la fertilisation »*

➤ **Travail sur l'interface des outils et l'adaptation au techniciens et producteurs**

➤ **Elargir les outils existants à d'autres espèces et variétés**



# Retours sur les pratiques innovantes de gestion du sol et de la fertilisation





# Retours enquêtes terrain – Evaluation de pratiques

14



- « Les sols limoneux ont tendance à se compacter : **scarification** et 2t vinasse/ha et **l'arbre va mieux.** »

La preuve : « **j'ai pété le laguiole à 2cm de profondeur avant scarification alors qu'après j'ai enfoncé les doigts à 5 cm.** »

- « Les effets constatés sur le fonctionnement du sol résultent d'un ensemble de pratiques culturales, « **on ne peut pas isoler les effets de chaque pratique.** »
- « **Je vois le lien entre les pratiques culturales et les indicateurs du sol, ce qui bouge le plus vite, ce sont les activités biologiques.** »
- « Au niveau du sol, nous avons tous les outils. Par contre au niveau de **l'arbre**, nous n'avons **pas d'outils assez performants** pour voir quelque chose. »

**« Je voudrais des lunettes pour voir ce qu'il se passe dans le sol et comprendre »**

*« On a essayé bactériosol pendant quelques années : les arbres ont crevé de faim et on a eu du mal à les récupérer. »*

*« Les activateurs biologiques, c'est de la **poudre de PERLIMPINPIN**, cependant tout n'est pas à jeter... »*





# Retours enquêtes terrain – Couverts végétaux

- ▶ Plantes de **services** : mélilot pour repousser le campagnol et plante fourragère. Radis chinois pour améliorer la structure du sol. « On va peut être faire **un cocktail...** »



- ▶ « Le Trèfle a permis de **diminuer l'apport d'engrais** par 2 mais il faut l'enfourir pour éviter la **concurrence.** »



- ▶ Les couverts dans le rang on un **effet tampon** vis-à-vis de **l'eau et de la minéralisation.**

- ▶ « **Avec une culture (orge et avoine) en inter rang j'ai l'impression que mon sol revit**, je n'ai plus de problème de sol imperméable, il y a des vers de terre, la matière organique se décompose et est incorporée... » Elle est broyée tard pour éviter la faim d'azote.



- ▶ « Font de plus en plus de couverts végétaux, ils ne sont pas conduits en engrais verts mais dans une stratégie de gestion de l'enherbement de l'Inter rang. **En terme de maîtrise de l'azote c'est pas ça; il faudrait le détruire en mars avril pour dispo de l'azote au moment du grossissement fruit mais ils le détruisent en mai-juin pour attirer les auxiliaires.** »



# Questionnements sur les dynamiques des nutriments





# Retours enquêtes terrain – Compréhension des dynamiques

## ➤ **Minéralisation**

- « Avec la fertilisation organique, ce n'est pas évident de **connaître la minéralisation** (moment), on a du mal à le mesurer avec le nitrachek. »
- « On constate un manque de minéralisation de MO, MO importante sans doute mais **la compaction gêne l'utilisation**, sol pas assez fissuré, couche de 2-3 cm de MO sous employée. »
- « Ce qui pose problème c'est la quantité d'apport par rapport à la minéralisation. »
- « Minéralisation **multi factorielle** (pluviométrie, température sol, dépend des années), paramètres qu'**on ne peut pas contrôler.** »

## ➤ **Absorption arbre**

- « Même si on trouve qu'il y a de l'azote, **on ne sait pas si l'arbre en pompe.** »
- « **Aucune corrélation** entre les teneurs en élément du **sol** et les teneurs dans la **plante.** »
- « En conventionnel on peut relever les **carences** avec des apports mais en **fertilisation organique, il n'y a pas de solution facile pour les relever.** »
- « Au début on faisait des **reliquats azote** fréquemment mais **on ne savait pas l'interpréter** avec le taux de nouaison, ect. »



# Un grand merci à tous les enquêtés !

[caroline.goutines@inra.fr](mailto:caroline.goutines@inra.fr)

Séminaire GIS Fruits, 19 février 2019 | Paris

