



Comité Français d'Étude et de Développement  
de la Fertilisation Raisonnée

## Liste des outils d'aide à la décision (OAD) pour la gestion de la fertilisation AZOTEE des cultures

Classification basée sur des données agronomiques

Liste de référence pour l'item 6.4 Utilisation d'outils d'aide à la décision du référentiel HVE

### GRANDES CULTURES et PRAIRIES

#### Principe de la classification des OAD

	Outil de calcul de la <b>dose d'azote prévisionnelle</b> (à faire idéalement avant les apports de fertilisants organiques et minéraux)		Outil de <b>pilotage</b> de la fertilisation azotée (utilisable en cours de culture, au printemps)	
Sigle	PPF Les logiciels Plan Prévisionnel de Fertilisation, selon le bilan du COMIFER	PPF Aj 1er ajustement de la dose PPF en sortie d'hiver	ODP Ajustement au printemps de la dose PPF ou PPF Aj	OPI Pilotage de l'ensembles des apports à partir du calcul de l'INN
Principes	Calcul d'une dose totale d'azote prévisionnelle a priori. Sert de base aux contrôles Directive Nitrates	Permet un 1 <sup>er</sup> ajustement de certains postes du bilan (Ri mesuré ou estimé, APM ou PMS, mesure d'une biomasse)	Ajustement au printemps des apports azotés à partir d'un diagnostic de nutrition (mesure de la biomasse et /ou du statut azoté de la culture)	Pilotage dynamique de la fertilisation azotée basé sur le statut azoté de la culture (INN)
Période	L'idéal : avant le 1 <sup>er</sup> passage d'azote minéral (En janvier pour les cultures d'hiver)	En sortie d'hiver	Pendant le cycle végétatif (montaison : 1-2 nœuds à dernière feuille étalée pour les céréales). En général 1 seul rendez-vous.	Sur blé uniquement à ce jour : fin janvier à début juin
Conditions	Respecter le cahier des charges de la méthode du bilan prévisionnel du COMIFER	Doit être intégré au PPF	Doit venir en complément du calcul préalable de la dose totale prévisionnelle d'azote, avec mise en réserve (ou pas), d'une dose d'azote.	Faire un calcul de la dose bilan Comifer à coté pour être en phase avec la Directive Nitrates

Outils « PPF » Les logiciels Plan Prévisionnel de Fertilisation = liste des outils avec le label Prev'N	Outils « PPF Aj » Les méthodes et outils pour ajuster le PPF (Ajustement de certains postes du bilan (biomasse, Ri...), en sortie d'hiver)	Outils « ODP » Grandes cultures (Outil de pilotage « azote » en cours de culture, au printemps)	
		Seuls les ODPC avec diagnostic de nutrition (1 <sup>ère</sup> catégorie) et OPI sont éligibles HVE	
		Outils de pilotage classiques « ODPC » Les Outils De Pilotage (en complément de PPF seul ou PPF + PPF Aj)	Outils de Pilotage Intégral (OPI) Nouveau concept de raisonnement de la fertilisation azotée basé sur l'INN
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ax'azote (Axéreal)</li> <li>Azofast (Eurofins Galys)</li> <li>Azofert (LDAR)</li> <li>CERE D'OC (AGRO D'OC)</li> <li>Cet'azote 36 (CETA Champagne Berrichone)</li> <li>Epiclès<sup>(1)</sup> (SMAG)</li> <li>Exo.expert (Exo.Expert)</li> <li>Fertiweb Basic (AUREA)</li> <li>Fertiweb Technic (AUREA)</li> <li>Geocesar (Laboratoire Cesar)</li> <li>Geofolia (ISAGRI)</li> <li>MesParcelles (Ch. d'agriculture France)</li> <li>PPF GRCETA (GRCETA-SFA)</li> <li>Réglette Azote Colza (Terres Inovia)</li> <li>Scan Azote (Chambre Agriculture Indre)</li> <li>Sud'Azote (Wiuz)</li> <li>Wiuz Fertil<sup>(1)</sup> (Wiuz)</li> </ul> <p>NB : le Reliquat Post Récolte ou Entrée Drainage n'est pas concerné, car non intégrable à ce jour à la méthode du bilan</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les outils PPF qui ont besoin du Ri mesuré</li> <li>Les outils qui actualisent le Ri selon la pluviométrie hivernale<sup>(1)</sup></li> <li>APM<sup>(2)</sup> (Analyse de l'Azote Potentiellement Minéralisable du sol) ou PMS<sup>(2)</sup> (Potentiel de Minéralisation du Sol)</li> <li>Outil dynamique avec réactualisation des postes du bilan en intégrant les données météorologiques (Azofert)</li> <li>Bande Double Densité (Blé)</li> <li>Méthode MERCI (Couverts végétaux)</li> <li>Héliotest (Tournesol) (Terres Inovia)</li> <li>Mesure ou estimation d'une biomasse en sortie d'hiver (céréales à paille, colza, couvert végétal) à partir de prélèvements destructifs, ou de modèles basés sur des données de télé/proxy-détection :</li> <li>- <b>Imagerie</b> issue de capteurs embarqués sur téléphone (application) ou tracteur : N-Sensor (Yara) ; N-Pilot (LAT Nitrogen) ; N-Photo (Yara)</li> <li>- <b>Drone ou satellite</b> : Farmstar NEO<sup>(3)</sup> (Céréales : Arvalis / Airbus, Colza : Terres Inovia / Airbus), AgroRendement Colza (Wanaka), Spotifarm (Isagri), Précifert (Preficield), Mes Satimages (Ch. d'agri. France) (colza), Be Api Azote Sol Plante<sup>(3)</sup> (colza, blé)</li> </ul>	<p><b>Avec un Diagnostic de Nutrition</b> (Avec mesure complète ou partielle des 2 indicateurs importants nécessaires : biomasse et statut azoté de la culture)</p> <p><b>Diagnostic de nutrition complet (biomasse et statut azoté)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Farmstar NEO<sup>(3)</sup> (Arvalis / Airbus) (blé, orge)</li> <li>Farmstar ECO<sup>(3)</sup> (Arvalis / Airbus) (blé, orge)</li> <li>Mes Satimages<sup>(3)</sup> (Ch. d'agri. Fr) (blé)</li> <li>AgroRendement<sup>(3)</sup> (Wanaka) (blé, orge)</li> <li>Abélio Smart Farming (Abélio) (blé, orge)</li> <li>Exo.expert<sup>(3)</sup> (Exo Expert) (blé, orge)</li> </ul> <p><b>Diagnostic de nutrition partiel (seulement un des 2 indicateurs)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Be Api Azote SP<sup>(3)</sup> (Be Api) (blé, orge)</li> <li>Abélio (Abélio) (maïs, pomme de terre)</li> <li>N Tester (Yara) (blé, maïs, ...)</li> <li>N-Pilot (LAT Nitrogen) (blé)</li> <li>Precifert Azote<sup>(3)</sup> (Preficield) (blé)</li> <li>Jubil (Arvalis) (blé, ...)</li> <li>Spotifarm (blé)</li> <li>Croptune (Haifa Group) (blé, maïs, ...)</li> </ul> <p><b>Sans Diagnostic de Nutrition mais outil de répartition de la dose d'azote</b> (avec nécessité d'avoir recours à un ODP si pas déjà intégré pour déterminer la dose moyenne à apporter)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Atfarm (Yara) (blé, colza)</li> <li>N-Sensor (Yara) (blé, colza)</li> <li>Spotifarm (Isagri)</li> <li>Mes Satimages répartition (Ch. d'agri. France) (toutes cultures)</li> <li>Xarvio Field Manager Pro (BASF) (blé)</li> <li>Abélio (Abélio) (Tournesol, riz)</li> <li>Mantis (Augmenta) (blé, colza)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CHN-conduite (Arvalis/Airbus) (blé)</li> <li>Appi-N (INRAE) (blé)</li> </ul> <p>Pour l'aspect réglementaire Directive Nitrates, la dose prévisionnelle « PPF » sera demandée</p>

## Légendes

- (1) Pour le Ri, utilisation d'un modèle d'estimation de la lixiviation ou affectation d'une mesure réelle
- (2) En cours de normalisation
- (3) Outil qui permet aussi la répartition de l'azote

## Techniques à encourager pour améliorer la répartition des fertilisants dans la parcelle : équipements des appareils de distribution des fertilisants

- Les dispositifs de gestion des bordures → non-projection des granulés hors de la parcelle
- Les dispositifs de coupure des tronçons → évite les zones de recouvrement dans la parcelle (cause de sur fertilisation)

## Diagnostiques réalisés par les ODP de la liste ci-dessus

Nom ODP	Mesure de la biomasse	Mesure de l'azote absorbé
Farmstar NEO	Indice foliaire LAI	Concentration en chlorophylles A et B
Farmstar ECO	Indice foliaire LAI	Concentration en chlorophylles A et B
N Tester	Non	Concentration en chlorophylle des feuilles
Jubil	Non	Teneur en nitrates des jus de bas de tige
AgroRendement	Indices de végétation NDVI, LAI SREP, S2REP, RVI (Et mesures biophysiques)	Concentration chlorophylle (S2REP), teneur en nitrate des feuilles et N <sub>abs</sub> réalisé en étuve sous vide
Exo.expert	Indice foliaire LAI	Concentration en chlorophylles A et B
Mes Satimages (blé)	Modélisation à partir des capteurs de la constellation sentinelle	Indice de nutrition azoté (INN)
Abélio	Indice foliaire LAI (et mesures biophysiques)	Teneur en chlorophylle des feuilles ((N <sub>abs</sub> ou QNR)
N-Sensor	Indices de végétation S1	Indice de nutrition azotée (concentration en chlorophylle des feuilles)
Precifiert Azote	Indices de végétation sentinelle 2	Non
Be-Api	Indice foliaire LAI	Non
N-Pilot	Indices de végétation NDVI	Non
Spotifarm (blé)	Indices de végétations MSAVI et LAI	Non (estimation via données satellites)

## Proposition du COMIFER, amendée puis validée par les professionnels des filières « vigne - arboriculture - maraichage »

### VIGNE - ARBORICULTURE - MARAICHAGE

#### Définitions

Vigne Arboriculture Maraichage	PPF Les logiciels Plan Prévisionnel de Fertilisation	PPF Aj Les outils pour ajuster le PPF	ODP Les outils de pilotage
<b>Principes</b>	Calcul d'une dose totale d'azote prévisionnelle a priori.	1er ajustement de la dose PPF (A priori pas d'outil existant)	Ajustement de la fertilisation selon des analyses spécifiques
<b>Période</b>	L'idéal : avant le 1 <sup>er</sup> passage d'azote minéral		Pendant la période de repos végétatif ou pendant la croissance de la culture
<b>Conditions</b>	Bilan simplifié « besoin – fournitures » à partir des données : exportations, gestion des résidus, l'âge de la culture, l'enherbement...		Pas besoin forcément d'avoir de lien avec le PPF

#### Listes des OAD

Outils PPF Les logiciels Plan Prévisionnel de Fertilisation	Outils PPF Aj Les outils (méthodes) pour ajuster le PPF (pour ajuster certains postes du bilan)	Outils ODP Les outils de pilotage (Utilisés seuls, ou en complément de PPF)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Céré d'Oc (AGRO D'OC)</li> <li>• FERTISSIMO (SAS FRAYSSINET)</li> <li>• Fertiweb (AUREA)</li> <li>• Geofolia (ISAGRI)</li> <li>• GE PPF (GEPE2M)</li> <li>• Mes P@rcelles (CA France)</li> <li>• NUTRIPRUNE (BIP Prune d'Ente)</li> <li>• PROCESS2WINE (ERTUS Group)</li> <li>• TRACECULTURE (Acces-Vert)</li> <li>• Wiuz Fertil (Wiuz)</li> </ul>	Pas d'outils identifiés	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse de sol (teneur en azote)</li> <li>• Analyse de rameaux (arboriculture)</li> <li>• Analyse de sarments (vigne)</li> <li>• Analyse de pétioles, feuilles et fruits</li> <li>• Analyse de sève (Teneur en nitrates, Nitracheck)</li> <li>• Grilles ZeNit® (mesure de l'azote du sol et conseil d'apport associé)</li> <li>• Méthode PILazo® (statut azoté des cultures)</li> <li>• Pilotage basé sur la mesure du NDVI</li> <li>• Pilotage basé sur la mesure de biomasse</li> </ul>

Techniques à encourager : les dispositifs pour améliorer la répartition des fertilisants dans la parcelle.

## Liste validée par les professionnels de la filière horticulture et maraîchage hors sol

### HORTICULTURE ET MARAICHAGE HORS SOL

Type d'outil d'aide à la décision	Exemple	Catégorie
Analyse en laboratoire de solutions nutritives		<b>ODP</b>
Ec-mètre et/ou pH-mètres utilisés en cultures hors sol, et appareil portatif de mesure de nitrates dans l'eau	<p>Sondes de station fertilisante type Netajet, NetaFlex, Fertikit, FertiOne, Jusmo Inductive, Ordi Priva, Hoogendoorn, Hortimax ..., sonde Hanna instruments, sonde Milwaukee, Grodan GroSens MultiSensor System, ...</p> <p>Appareil portatif nitrates : Nitracheck, photomètre nitrates Hanna Instruments, XS tester ...</p> <p>Hanna Instruments, NT sensors multiION, Horiba – LaquaTwin range, HACH – AN-ISE, METTLER TOLEDO – perfectION, Merck – RQ Flex</p>	<b>ODP</b>
Analyses fluorimétriques et analyses foliaires	<p>Fluorimétrie : Handy PEA+, atleaf, ...</p> <p>Analyse foliaire : Spad, N-Tester, Laquatwin, ...</p>	<b>ODP</b>
Capteurs infrarouges thermiques	Capteurs de température de plantes Ridder, Divatec, Hoogendoorn	<b>ODP</b>
Capteurs de turgescence des feuilles ou des tiges	Capteurs de diamètre de tige, capteur de flux de sève, capteur d'eau	<b>ODP</b>

### Horticulture de pleine terre

Type d'outil d'aide à la décision	Catégorie
Analyse de sol réalisée en laboratoire agréé	<b>ODP</b>

**Contributeurs :**

BARALLE Marie-Angélique – Valhor  
BILLER Clémence - AIRBUS  
BORG Julie – INRAE  
CAHUREL Jean-Yves – IFV  
COULEROT Julie – Agro-Conseil  
CHOULI Elias – La Coopération agricole  
DIEDHIOU Khady – COMIFER  
DUBOEUF François – Wanaka  
FLEUREAU Nicolas – CTFIL  
LAMBERT Marc – YARA  
LE CUNFF Yann – Tomates & Concombres de France  
PAUT Raphael – INRAE  
PELLETIER Brigitte – ARELPAL  
TAULEMESSE François – Arvalis  
VARVOUX Laurent – Terrena  
WEIL Alexandre – Precifield