



# RAPPORT DE SYNTHÈSE DES TRAVAUX DU GROUPE REGIONAL D'EXPERTISE NITRATES POUR LA REGION AUVERGNE

Août 2012

Rédacteurs:

**Nathalie NICOLAU - DREAL Auvergne** / Service Eau Biodiversité Ressources  
**François VERILHAC- DRAAF Auvergne** / Service Régional Economie Forestière Agricole  
et des Territoires

# SOMMAIRE

CONTEXTE GENERAL

LE GREN EN AUVERGNE

DELIMITATION DES ZONES VULNERABLES ET CULTURES CONCERNEES

TYPOLOGIE ET CARACTERISATION DES SOLS

METHODOLOGIE RETENUE

- ❖ Calcul du bilan prévisionnel sur cultures
- ❖ Calcul du bilan prévisionnel sur prairies
- ❖ Calcul du bilan prévisionnel sur colza
- ❖ Calcul du bilan prévisionnel sur tournesol

ANNEXES :

- Annexe 1 : Arrêté portant nomination du groupe régional d'expertise « nitrates » pour la région Auvergne
- Annexe 2 : Arrêté modificatif
- Annexe 3 : Tableau des surfaces des cultures présentes en zone vulnérable
  
- Tableau 1 : Besoins des cultures en azote par unité de production
- Tableau 1' : Cas spécifique du blé
- Tableau 2 : Reliquats post-récoltes en kg/ha
- Tableau 3a : reliquats sortie hiver (pour le Puy de Dôme)
- Tableau 3b : reliquats sortie hiver (pour l'Allier)
- Tableau 4 : Minéralisation des sols d'Auvergne
- Tableau 5 : effet du précédent
- Tableau 6 : Effet retournement de prairie (en unité d'N/ha)
- Tableau 7 : Effet direct des effluents en unité d'N utilisable en année 1 par t ou m<sup>3</sup> épandu
- Tableau 8 : Effet CIPAN (MrCi)
- Tableau 9 : Quantité d'azote apportée par l'eau d'irrigation en Kg d'N/ha
- Tableau 10 : Grille de conseil pour la fertilisation azotée des prairies
- Tableau 11 : Coefficients UGB techniques
  
- Fiche culture : fertilisation du soja
- Fiche culture : fertilisation du tournesol
- Fiche culture : fertilisation du colza
  
- Fiche COMIFER : Betterave sucrière
- Fiche COMIFER : Tabac
- Fiche COMIFER : Vigne
  
- Doses plafond pour les cultures légumières et fruitières

## CONTEXTE GENERAL

Pour répondre à la Commission Européenne, la France propose une nouvelle architecture des programmes d'actions nitrates avec un socle réglementaire national minimal appelé « programme d'actions national » et des « programmes d'actions régionaux » qui comprendront des adaptations aux caractéristiques locales.

La nécessaire adaptation des mesures nationales aux caractéristiques locales régionales a induit la création d'un groupe d'expertise technique régional, le GREN, entériné par l'arrêté du 20 décembre 2011 et qui est chargé de proposer au préfet de région les références techniques nécessaires à la mise en œuvre opérationnelle des mesures du programme d'actions « nitrates » régional et notamment les références techniques identifiées au III de l'annexe 1 de l'arrêté relatif au programme national traitant de la limitation de l'épandage de fertilisants afin de garantir l'équilibre de la fertilisation azotée.

Il est notamment attendu du travail de ce groupe l'établissement d'un référentiel régional de calcul de la dose prévisionnelle, qui prendra la forme d'un arrêté du préfet de région. **Ce travail est attendu pour le courant de l'été 2012.**

Ce référentiel devra proposer une règle de calcul de la dose prévisionnelle pour chaque culture présente dans la zone vulnérable, avec des valeurs pouvant varier par petite zone agricole et/ou pédo-climatique homogène. Cette approche complète devra être recherchée en priorité pour les cultures majoritairement présentes dans la zone vulnérable. Le GREN pourra proposer une dose pivot ou une dose plafond pour la culture lorsqu'il constatera que la méthode du bilan prévisionnel n'est pas applicable (par exemple en cas d'insuffisance de références expérimentales pour paramétrer la méthode).

Ce référentiel pourra être actualisé à chaque fois que le Préfet de région le jugera nécessaire, au vu du travail du groupe régional d'expertise «nitrates » et pour tenir compte de l'avancée des données et des connaissances techniques et scientifiques.

## LE GREN EN AUVERGNE

Conformément à l'arrêté du 20 décembre 2011 portant composition, organisation et fonctionnement du groupe régional d'expertise « nitrates » pour le programme d'actions à mettre en œuvre dans les zones vulnérables afin de réduire la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole, le GREN Auvergne est présidé par le Préfet de région, la DREAL et la DRAAF Auvergne en assurant le secrétariat.

La composition du Groupe Régional d'Expertise Nitrates pour la région Auvergne est précisée dans l'arrêté préfectoral n°2012-69BIS du 20 avril 2012 modifié par l'arrêté n°2012-95 du 14 juin 2012 (ci-joints en annexe 1 et 2).

Le GREN Auvergne a été lancé officiellement lors de la réunion du 4 mai 2012 en présence de Pierre Ricard, Secrétaire Général aux affaires régionales de la Préfecture de Région.

Par la suite, les experts, membres du GREN se sont réunis aux dates suivantes :

- **lundi 21 Mai** : de 14h00 à 17h00
- **vendredi 8 Juin** : de 9h30 à 12h00

- **mardi 26 juin** : de 9h30 à 17h00
- **lundi 2 juillet** : de 9h30 à 12h00

## DELIMITATION DES ZONES VULNERABLES ET CULTURES CONCERNEES

La zone vulnérable regroupe 155 communes : 114 pour le département de l'Allier et 41 communes dans le département du Puy de Dôme dont la liste est définie dans l'arrêté du 27 août 2007. La zone vulnérable intercepte 8 petites régions agricoles (PRA) ce qui représente une surface totale de **160 771 ha**.

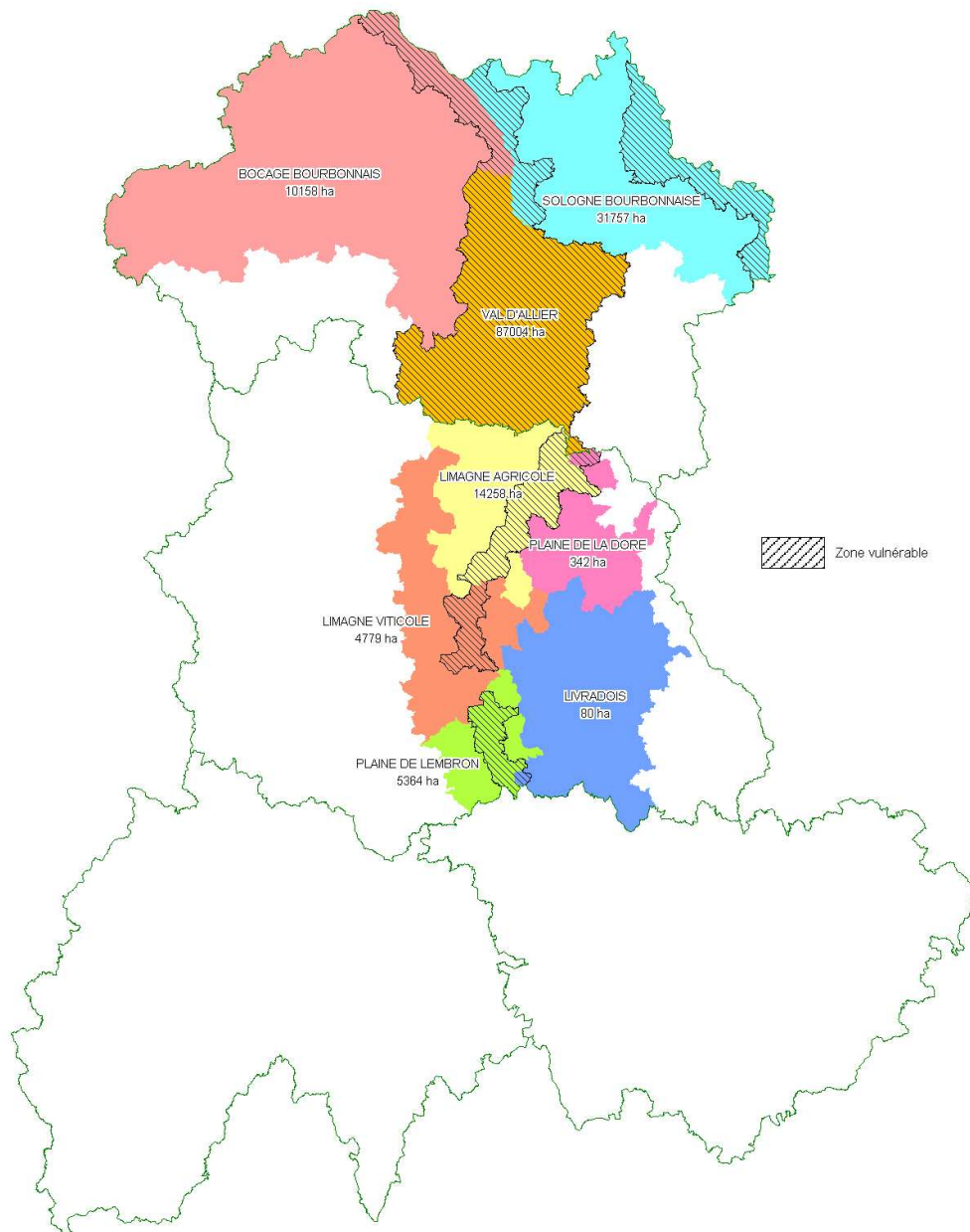
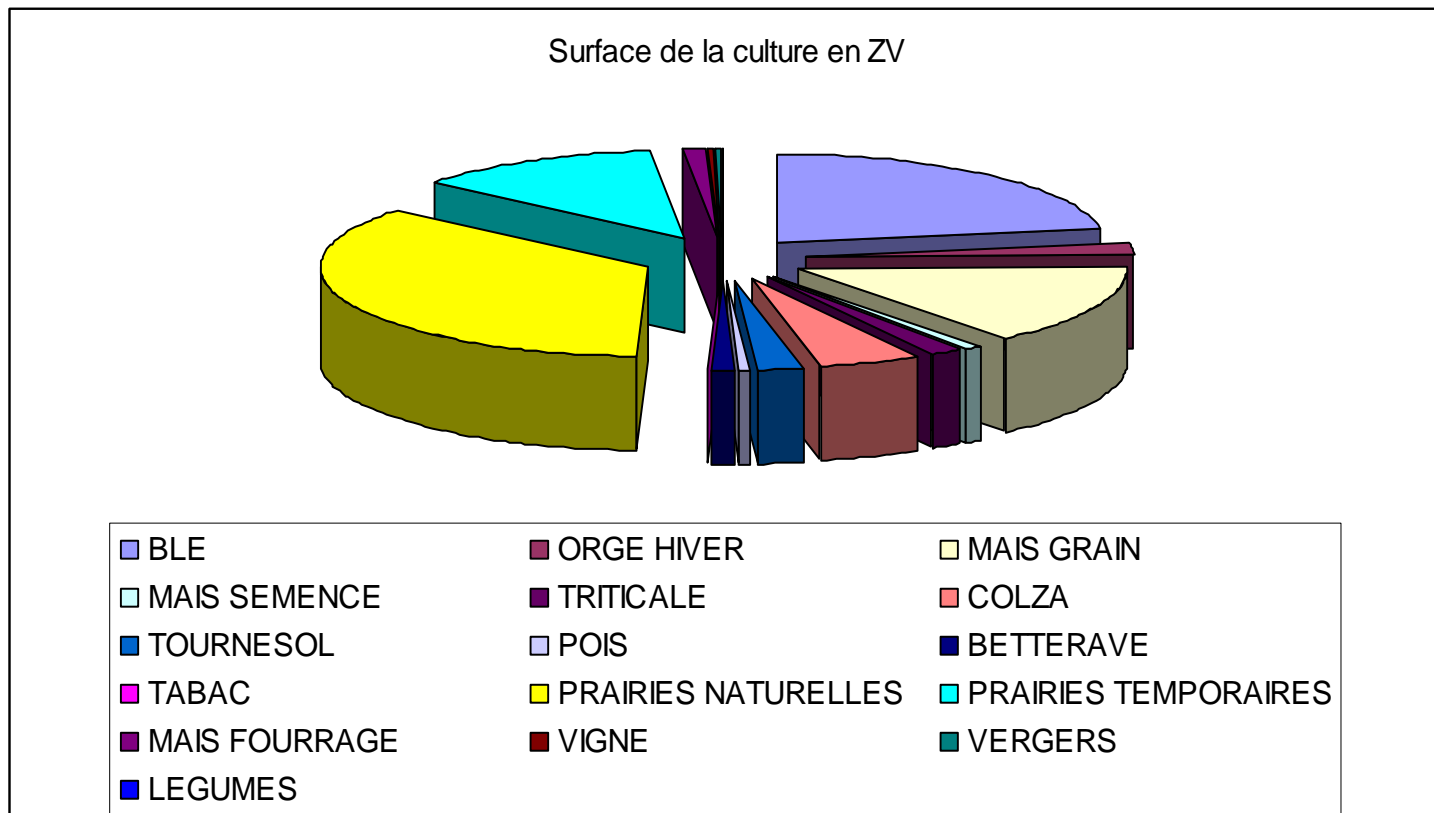


Fig 1 : représentation des petites régions agricoles recoupées par la zone vulnérable

La répartition des cultures pérennes présentes à l'échelle de la zone vulnérable est issue du fichier du Recensement Agricole (RA 2000). Pour les surfaces en vigne, les données sont issues du CVI en verger y compris petits fruits, pour les légumes de plein champ et maraîchage, données du RA également.

Les principales cultures présentes sur la zone vulnérable sont figurées sur le graphique ci-après.



*Fig 2 : représentation de la part des principales cultures à l'échelle de la zone vulnérable*

La liste exhaustive de toutes les cultures présentes sur la zone vulnérable figure en annexe 3.

Il a été décidé par le groupe que les cultures minoritaires ne feraient pas l'objet d'une fiche spécifique mais il sera fixé, dans un premier temps, une dose plafond.

## TYPOLOGIE ET CARACTERISATION DES SOLS

Les parcelles cultivées de la zone vulnérable présentent des sols de nature variée, allant de sols sableux à des sols très argileux, les terres Noires de Limagne aux caractéristiques et comportements assez singuliers par rapports aux sols classiquement utilisés dans la méthode COMIFER. Cette hétérogénéité peut être importante entre les différentes parcelles des exploitations voire au sein même des parcelles. Les méthodes de raisonnement de la fertilisation prennent en compte les propriétés des sols, et il est nécessaire que chaque parcelle puisse être rattachée à un type de sol pour mettre en œuvre les méthodes de raisonnement du bilan azoté.

Le GREN Auvergne s'est servi de sa connaissance experte du milieu et des analyses de terre réalisées sur la zone pour identifier les types de sols les plus représentatifs qui seront pris en

compte dans le raisonnement. Les principales caractéristiques permettent de définir les 7 sols – types. Ils figurent dans le tableau ci-dessous :

Type de sol	Argile en %	Calcaire en %	Matière organique en %	Profondeur du sol en cm
Alluvions (Limons-Sableux)	15	0	1,7	75
Argilo-calcaire	40	15	3	70
Argilo-calcaire superficiel	40	25	2,8	50
Argilo-sableux	25	0	2,2	75
Limons sableux hydro	20	0	1,5	50
Sableux	8	0	1	50
Terre Noire	45	10	3,5	90

## METHODOLOGIE RETENUE

La méthode du bilan permettant de définir les quantités d'azote à apporter se traduit par une équation renvoyant à un jeu de tableaux joints en annexe.

❖ Méthode de calcul du bilan prévisionnel sur cultures annuelles (sauf colza, tournesol, soja et betterave)

La première étape du travail du GREN a consisté à valider l'écriture opérationnelle du bilan prévisionnel d'azote sur la base du guide méthodologique « *Calcul de la fertilisation azotée* » COMIFER, 2011, p23 (<http://www.comifer.asso.fr/index.php/bilan-azote/fertilisation-azotee.html>)

Après discussion, un consensus au sein du groupe a validé l'équation [3'] qui représente la forme la plus diffusée du bilan de masse permettant de calculer la quantité d'engrais azoté X à apporter. :

### Equation [3']

$$Pf + Rf = Pi + Ri + Mh + Mhp + Mr + MrCi + Nirr + Xa + X - L$$

Avec :

$$Xa = \%Npro * Q * Keq$$

- Xa = effet direct des produits résiduaux organiques
- **%Npro** = teneur en azote total du produit (% par unité de volume ou de masse)
- **Q** = volume ou masse de produit épandu par ha
- **Keq** = coefficient d'équivalence engrais minéral efficace

Chacun des termes de l'équation a fait l'objet d'échanges et les principales conclusions auxquelles le GREN est arrivé sont reprises dans le tableau de synthèse intitulé « Détails des termes de l'équation ».

❖ Méthode de calcul du bilan prévisionnel sur le colza

Pour le colza, le bilan prévisionnel est calculé grâce à la formule simplifiée suivante :

$$X = (Pf - P0 - Pi)/CAU - Xa$$

Comme indiqué en annexe p35

❖ Méthode de calcul du bilan prévisionnel sur le tournesol

Pour le tournesol, le bilan prévisionnel peut être calculé grâce à la formule additive décrite dans le § précédent, mais aussi avec la méthode Héliotest basée sur la formule simplifiée suivante :

$$X = (Pf - P0)/CAU - Xa$$

Comme indiqué en annexe p33

❖ Méthode de calcul du bilan prévisionnel sur prairie

En postulat de départ, il a été considéré par le GREN que la méthode de raisonnement de la fertilisation de la prairie permanente est identique à celle de la prairie temporaire. Il ne sera donc pas fait de distinction.

La grille de conseil (**cf tableau n°10**) pour la fertilisation azotée des prairies proposée par le GREN a été établie à partir de l'application de la méthode des bilans au système prairial, pour la zone pédoclimatique concernée par la zone vulnérable. Notamment, il a été considéré que la pousse de l'herbe est limitée en période estivale en raison d'un déficit hydrique.

Le tableau proposé par le GREN permet de définir la quantité d'engrais à apporter en fonction du type d'utilisation de la parcelle (fauche, pâture, ensilage, enrubannage) et de la productivité annuelle moyenne de la parcelle (de 3 à 10 t de MS par hectare). Le chargement pris en compte va de 0,7 à 1,8 UGB par hectare (**cf tableau 11**).

Enfin, la méthode utilisée pour le calcul prend en compte un CAU de 0,6 (valeur identique retenue dans la brochure du COMIFER).

## Détail des termes de l'équation

Postes du bilan	Précisions	Proposition GREN
<p><b>Pf</b> = Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan (besoins d'azote de la culture)</p>	<p style="text-align: center;"><b><math>Pf = b * y</math></b></p> <p style="text-align: center;">avec b = besoin par unité de production et y = objectif de rendement</p>	<p>b = Un zoom sur les différents type de blé est proposé par le GREN pour intégrer un effet variété sur le coefficient b (cf tableau 1').</p> <p>y = l'arrêté interministériel du 19/12/2011 prévoit que l'objectif de rendement sera calculé comme la moyenne des rendements réalisés sur l'exploitation pour la culture ou la prairie considérée au cours des 5 dernières années en excluant la valeur minimale et maximale.</p> <p>Le GREN :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- souligne l'imprécision d'une telle méthode de calcul qui ne prend pas en compte ni le progrès génétique ni diverses hétérogénéités (variétés, parcellaires, rotationnelles ...) que l'on peut rencontrer sur certaines exploitations,</li> <li>- souhaite que cette méthode de calcul fasse l'objet d'un approfondissement à l'occasion de réunions ultérieures.</li> </ul>
<p><b>Pi</b> = Quantité d'azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan</p>	<p>avec Pi =0 si l'ouverture du bilan est antérieure au moment de la levée de la culture</p>	<p><b>Pour les céréales à paille :</b> Pi = 10kgN/ha + 5kgN/ha/talle avec un plafonnement à 50 kgN/ha</p> <p><b>Pour le colza :</b> Pi = Poids frais x Nh (termes et méthode de calcul définis en annexe p35 du document)</p>
<p><b>Ri</b> = Quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan = <i>Reliquat</i></p>	<p>Pour les céréales à paille, il s'agit du reliquat sortie hiver</p>	<p>Les sols de la zone vulnérable se caractérisent par une grande variabilité à l'échelle de la parcelle ainsi qu'à l'échelle inter-annuelle d'où la difficulté de l'utilisation d'une table annuelle. Le GREN propose de</p>



<i>début du bilan</i>		laisser le choix à l'agriculteur d'utiliser soit une table annuelle (publication en février par la CA 63) soit une table pluri-annuelle.
<b>Mh</b> = <i>Minéralisation nette de l'humus du sol</i> sur la période d'absorption de la culture entre l'ouverture et la fermeture du bilan	Ce paramètre est fonction du type de sol, des caractéristiques quantitatives et qualitatives de la matière organique du sol, de la température et de l'humidité du sol entre l'ouverture et la fermeture du bilan.	Voir la typologie des sols validée par le GREN.  Le GREN a souligné la difficulté de paramétrage de la méthode COMIFER correspondant à 2 types de sols spécifiques en Auvergne : les Terres noires et les sols argilo-sableux de Limagne.
<b>Mhp</b> = <i>minéralisation nette supplémentaire due à un retournement de prairie</i>	Fonction de :  - l'époque de la destruction de la prairie - âge de la prairie - type de couvert - mode d'exploitation	Voir tables p 36 et p37 de la brochure COMIFER  Remarque : ces tables fonctionnent bien lorsqu'elles sont associées à une mesure de reliquat sortie hiver.
<b>Mr</b> = <i>minéralisation nette des résidus de culture du précédent</i>	Entre l'ouverture et la fermeture du bilan	Table COMIFER
<b>MrCi</b> = <i>Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaire</i>	Entre l'ouverture et la fermeture du bilan	Table issue des essais ARVALIS synthétisés dans la brochure cultures intermédiaires, tout récemment validée par le COMIFER
<b>PRO</b> = <i>Fourniture d'azote par les Produits Organiques Résiduaire</i> Keq (renvoie à un tableau)	Azote minéral apporté par un produit organique	Les valeurs proposées dans la brochure du COMIFER (2012) sont issues de différentes sources valides : valeurs de la brochure « Fertiliser avec les engrais de ferme » de l'institut de l'élevage et valeurs AZOFERT de l'INRA/LDAR  ⇒ pour simplifier la mise en œuvre et être en accord avec les pratiques locales le GREN propose un tableau en annexe (cf tableau 7)
<b>X</b> = <i>apport d'azote sous forme d'engrais minéral de synthèse</i>		Le calcul fait appel à des références obtenues sur des essais à base d'ammonitrate. Si l'apport doit être fait

<i>d'engrais minéral de synthèse</i>		sous forme liquide, la dose du calcul du bilan doit être majorée de 10 % en sols non calcaires et 15 % en sols calcaires pour les céréales à paille (cf p54 de la brochure COMIFER).
Pertes gazeuses et organisation de l'azote apporté par l'engrais ou les <b>PRO</b>	On considère que 100% de l'azote apporté va être valorisé par la culture. Comme il est difficile de prévoir a priori la part absorbée et la part perdue, on prend le postulat de 100% et on accompagne par des conseils visant à optimiser l'efficacité de l'apport. Exception faite pour l'application de solution azotée, pour laquelle on conseille une majoration de la dose apportée de 15% en sols calcaires et 10% en sols non calcaires pour prendre en compte les pertes gazeuses dans le cas des céréales à paille..	
<b>Nirr</b> = azote apporté par l'irrigation	$\text{Nirr} = V * C / 443$ V = quantité d'eau apportée annuellement(mm) C = teneur en nitrate de l'eau d'irrigation (mg/l NO <sup>3-</sup> )	Voir table en annexe (tableau 9)  Les agriculteurs doivent disposer de la concentration en nitrates de leur eau d'irrigation (campagne à réaliser par les syndicats d'irrigation, une mesure à partir d'un appareil de type Nitracheck est autorisée).
<b>L</b> = pertes par lixiviation du nitrate		Si l'engrais est apporté dans de bonnes conditions, les phénomènes de lixiviation interviennent quasi-exclusivement après la fermeture du bilan. L'évaluation de la lixiviation entre l'ouverture et la fermeture du bilan peut se faire grâce à des abaques mais il faut connaître la lame d'eau drainante : cela peut être utilisé entre la date de mesure du reliquat et la date d'apport (« épi 1 cm » en cas de pluie importante à ce moment.

		<p>P 46 de la brochure COMIFER 2012</p> <p>Au regard des dates d'ouverture du bilan retenues pour la région Auvergne (15 février pour le 63 et 15 mars pour le 03), on considère que l'ouverture n'est pas trop précoce et que l'on peut négliger le terme L.</p>
<b>Rf</b> = reliquat fermeture du bilan	Quantité d'azote minéral dans le sol à la fermeture du bilan estimée par le reliquat post-récolte	<p>On sait que ces valeurs peuvent être très variables en fonction des types de sol mais aussi en fonction de l'historique de la parcelle, ainsi qu'avec la date de mesure (entre la fin d'absorption d'azote par la culture et la récolte, la minéralisation peut intervenir). D'où la difficulté de prendre des valeurs nationales.</p> <p>. Reliquats post récolte régionaux obtenus lorsque les apports en engrais azoté ont été raisonnés : tableau 2 en annexe</p>

Lien avec le site internet du Comifer pour accès à la brochure : <http://www.comifer.asso.fr/index.php/bilan-azote/fertilisation-azotee.html>

A l'issue de ce travail, le GREN Auvergne propose de fournir à chaque exploitant une grille de calcul, la plus simple possible, pour qu'il puisse calculer en fonction de ses cultures la dose d'azote à apporter.

Il a donc été décidé de fournir pour chaque poste du bilan un tableau auquel se référer pour remplir la grille de calcul. Le détail des tableaux figure ci-dessous.

Tableau 1	Besoins des cultures en azote par unité de production
Tableau 1'	Variétés de blé et besoins en azote correspondants
Tableau 2	Reliquat post-récolte en kg/ha par type de sols
Tableau 3a	Reliquats sortie hiver pour le Puy de Dôme : données moyennes interannuelles
Tableau 3b	Reliquats sortie hiver pour l'Allier : données moyennes interannuelles
Tableau 4	Quantité d'azote issue de la minéralisation nette des sols d'Auvergne/catégorie de culture
Tableau 5	Minéralisation nette des résidus de culture du précédent
Tableau 6	Minéralisation nette due à un retournement de prairie (en unité d'N/ha)
Tableau 7	Azote de la fraction minérale des PRO apporté après la date d'ouverture du bilan
Tableau 8	Minéralisation nette des résidus de culture intermédiaires (MrCi)
Tableau 9	Quantité d'azote apportée par l'eau d'irrigation
Tableau 10	Grille de conseil pour le raisonnement de la fertilisation azotée des prairies
Tableau 11	Coefficients UGB techniques

La grille de calcul pour les cultures est présentée ci-dessous :

			Références
1 - (y)	Objectif de rendement		
2 - (b)	Azote absorbé par la culture $(y \times b) = Pf^*$		Tableau 1 ou 1'
3 - (Rf)	Azote post récolte		Tableau 2
4 - (Pi)	Azote absorbé à l'ouverture du bilan		
5 -	<b>Besoins total (Pf -Pi + Rf)</b>		
6 - Ri	Reliquats à l'ouverture du bilan		Tableau 3a ou 3b
7 - Mh	Minéralisation nette de l'humus		Tableau 4
8 - Mr	Effet précédent		Tableau 5
9 - Mhp	Effet retournement de prairie		Tableau 6
10 - Mpro	Minéralisation de l'azote d'un apport organique		Tableau 7
11 - MrCi	Minéralisation des résidus de culture intermédiaire		Tableau 8
12 - Nirr	Azote apporté par l'eau d'irrigation		Tableau 9
13 -	<b>Fourniture total du sol (6+7+8+9+10+11+12)</b>		

\* : pour les cultures qui ont un besoin global/ha, la betterave à 250 u/ha par exemple, reprendre directement cette valeur sans la multiplier par b.

En complément de cette grille de raisonnement de la fertilisation, des fiches spécifiques ont été établies pour les cultures suivantes :

- Le soja (fiche Cetiom adaptée à la région)
- Le tournesol (fiche Cetiom adaptée à la région)
- Le colza (fiche Cetiom adaptée à la région)
- La betterave sucrière (fiche Comifer)
- Le tabac (fiche Comifer)
- La vigne (fiche Comifer)

Pour les cultures légumières et fruitières qui représentent des surfaces moindres un tableau des doses plafonds figure en fin du rapport.

La grille de calcul pour les prairies est fournie page 30