

Evaluation de la prédiction du reliquat azoté en sortie d'hiver à partir de la base de données « RSH » de la Structure d'encadrement Nitrawal



Ce document doit être cité de la manière suivante :

Vandenberghe C., Colinet G., 2014. *Evaluation de la prédiction du reliquat azoté en sortie d'hiver à partir de la base de données « RSH » de la Structure d'encadrement Nitrawal*. **Dossier GRENeRA 14-10** 20p. In Vandenberghe C., De Toffoli M., Bachelart F., Imbrecht O., Bah B., Lambert R., Colinet G., 2014. *Programme de gestion durable de l'azote en agriculture wallonne – Rapport d'activités annuel intermédiaire 2014 des membres scientifiques de la Structure d'encadrement Nitrawal*. Université de Liège Gembloux Agro-Bio Tech et Université catholique de Louvain, 65p. + annexes.

Table des matières

1. INTRODUCTION.....	3
2. DESCRIPTION DE LA BASE DE DONNÉES.....	3
2.1. ENCODAGE DES OBSERVATIONS	3
2.2. SYNTHÈSE OU REQUÊTE DES INFORMATIONS	4
3. DESCRIPTION DES DONNÉES.....	6
3.1. LES OBSERVATIONS PAR CULTURE PRÉCÉDENTE OU EN PLACE	7
3.2. LES OBSERVATIONS PAR RÉGION AGRICOLE	8
3.3. L'IMPACT DE LA PÉRIODE D'ÉCHANTILLONNAGE	9
3.4. L'EFFET D'UN APPORT D'ENGRAIS DE FERME ET D'UNE CIPAN	10
4. EVALUATION DE L'ERREUR LIÉE À L'UTILISATION D'UNE VALEUR MÉDIANE	11
4.1. MÉTHODOLOGIE.....	11
4.2. APPROCHE GLOBALE.....	11
4.2.1. <i>Sol couvert par une culture d'hiver</i>	11
4.2.2. <i>Sol nu en vue d'une culture de printemps</i>	13
4.3. PRISE EN COMPTE DE LA RÉGION AGRICOLE ET DE LA FERTILISATION ORGANIQUE	15
4.3.1. <i>La région agricole</i>	15
4.3.2. <i>Les engrais de ferme</i>	18
5. CONCLUSION	19

1. Introduction

Depuis 2009, à l'initiative de GRENeRA, les reliquats azotés mesurés en sortie d'hiver (RSH) pour Nitrawal asbl et ses deux partenaires scientifiques sont intégrés dans une base de données mise à jour par GRENeRA à l'attention de Nitrawal asbl¹.

En 2013, quelques 776 valeurs ont ainsi été collectées et diffusées pour permettre d'établir des conseils de fertilisation pour des parcelles en l'absence de mesure de RSH dans ces parcelles.

Cette base de données a ainsi permis d'établir des conseils de fertilisation dans quelques 569 exploitations agricoles pour un peu moins de 10.000 ha de parcelles cultivées en 2013².

L'objectif du présent document est d'évaluer l'erreur qui peut être commise en utilisant une valeur 'moyenne' extraite de la base de données au lieu de mesurer effectivement le RSH dans la parcelle. Signalons d'emblée l'utopie de pouvoir disposer d'une mesure du RSH dans les quelques 150.000 parcelles cultivées de la région wallonne : inenvisageable humainement et financièrement.

2. Description de la base de données

La base de données développée par GRENeRA a deux objectifs :

- permettre l'encodage des observations et
- offrir une synthèse automatique des résultats et un outil de requête spécifique.

Cette base de données est utilisée par Nitrawal pour élaborer des conseils de fertilisation idoines. Elle offre ainsi une information « moyenne » dans différents contextes et permet également aux conseillers d'appréhender la dispersion des observations réalisées dans des situations bien spécifiques.

2.1. Encodage des observations

Les conseils de fertilisation sont réalisés avec, entre autres, la connaissance d'informations telles que :

- la région agricole,
- la culture précédente,
- la présence d'une CIPAN,
- l'application d'engrais de ferme (y compris type et période).

Ces informations doivent donc forcément accompagner une valeur de reliquat azoté pour qu'une moyenne puisse être établie dans chaque contexte. Le formulaire d'encodage suivant (Figure 1) a donc été créé.

¹ Rapport d'activités 2010 (Dossier GRENeRA 10-04)

² Rapport d'activités 2013 de la Structure d'encadrement Nitrawal (fiche action E2.1)

Reliquat

Formulaire d'encodage des reliquats azotés de printemps

Historique cultural

Sol nu - précédent :

- Betterave
- Céréales pailles enfouies
- Céréales pailles enlevées
- Chicorée
- Légume
- Légumineuse
- Lin
- Maïs fourrager
- Maïs grain
- Pomme de terre
- Colza

Sol couvert :

- Ray-grass moins de 18 mois
- Colza (culture à fertiliser)

Engrais de ferme

- Fumier
- Lisier
- Compost
- Fientes
- Aucun

CIPAN

Période d'apport de l'engrais de ferme

- Eté-automne
- Hiver-printemps
- non concerné

Reliquat 0-30 cm

Reliquat 30-60 cm

Reliquat 60-90 cm

Commentaire:

Période d'échantillonnage

- Janvier-février
- Mars-avril

Région d'échantillonnage

- Ardenne
- Condroz
- Famenne
- Herbagère liégeoise
- Jurassique
- Limoneuse humide
- Limoneuse sèche
- Sablo-limoneuse

Nouvel enregistrement

Enr : 1 sur 505

Figure 1. Ecran d'encodage d'un reliquat de printemps

2.2. Synthèse ou requête des informations

L'utilisateur a le choix entre générer une synthèse complète des observations dont sont extraits ci-dessous (Figure 2), à titre d'exemple, les résultats des analyses réalisées en Famenne dans le précédent 'céréales pailles enlevées'.

Précédent : Céréales pailles enlevées

CIPAN non

Date échantillonnage Mars-avril

Reliquat

Période apport EF	Type EF	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm	0-90 cm
Eté-automne	Fumier	4	8	8	20

Synthèse pour 'Période_éoh' = 2 (1 enregistrement détail)

Moyenne 4 8 8 20

Synthèse pour 'CIPAN' = non (1 enregistrement détail)

Moyenne 4 8 8 20

CIPAN oui

Date échantillonnage Janvier-février

Reliquat

Période apport EF	Type EF	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm	0-90 cm
Eté-automne	Fumier	4	3	3	10
Eté-automne	Fumier	22	25	24	71

Synthèse pour 'Période_éoh' = 1 (2 enregistrements détail)

Moyenne 13 14 14 41

Date échantillonnage Mars-avril

Reliquat

Période apport EF	Type EF	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm	0-90 cm
Eté-automne	Fumier	35	17	11	63
Eté-automne	Fumier	7	8	8	21
Eté-automne	Fumier	35	6	2	43
Eté-automne	Fumier	9	10	10	29
Hiver-printemps	Fumier	13	9	3	25
non-osoerné	Aucun	12	10	9	31

Synthèse pour 'Période_éoh' = 2 (6 enregistrements détail)

Moyenne 19 10 7 35

Synthèse pour 'CIPAN' = oui (6 enregistrements détail)

Moyenne 17 11 9 37

Synthèse pour 'Précédent' = 3 (9 enregistrements détail)

Moyenne 16 11 8 35

Figure 2. Résultats des analyses en Famenne avec précédent « céréales pailles enlevées »

L'utilisateur peut également recourir à un écran de requête illustré (Figure 3) pour spécifier lui-même les options recherchées.

The screenshot shows a window titled 'FormRequete' with a header 'Sélectionnez un ou plusieurs critères de choix'. Below the header are several dropdown menus for selection: 'Précédent', 'Cipan', 'type d'engrais de ferme apporté', 'Période d'apport de l'engrais de ferme', 'Période de mesure du profil azoté', and 'Région'. At the bottom, there are buttons for 'Aperçu', 'Aperçu simplifié', and 'Effacer les critères', along with a status bar showing 'Enr : 1 sur 1'.

Figure 3. Requête

3. Description des données

De façon tout-à-fait logique, près de la moitié des mesures ont été réalisées en région limoneuse (Figure 4). En outre, il convient également d'observer la part relativement importante de la région herbagère liégeoise (en comparaison à la région limoneuse humide), eu égard à la faible proportion de terre cultivée dans cette région. Ceci témoigne de l'investissement humain mis en œuvre par Nitrawal asbl dans cette région.

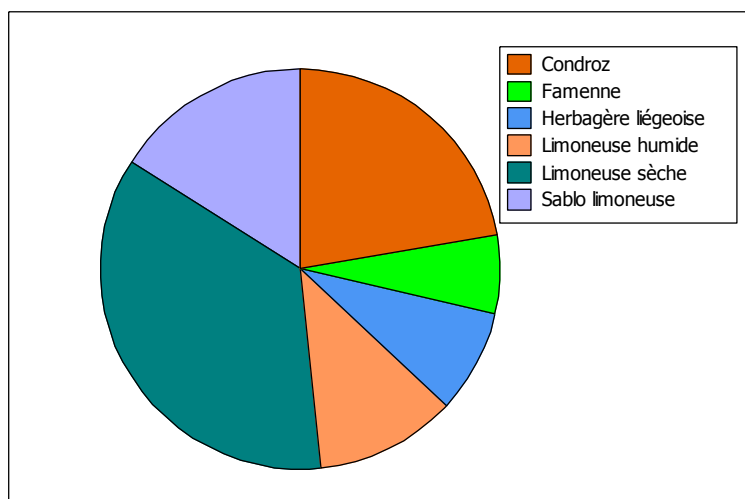


Figure 4. Répartition des mesures de RSH par région agricole

De l'ordre d'un quart des observations sont réalisées pour des cultures en place (céréale ou colza) (Figure 5). La part relativement élevée des précédents 'maïs' (par rapport aux précédents 'betterave' ou 'pomme de terre') indique que dans bon nombre de ces situations, les parcelles de maïs sont restées nues en hiver. Ceci est conforme au propos du paragraphe précédent (part importante de la région herbagère liégeoise où l'on retrouve essentiellement du maïs en monoculture).

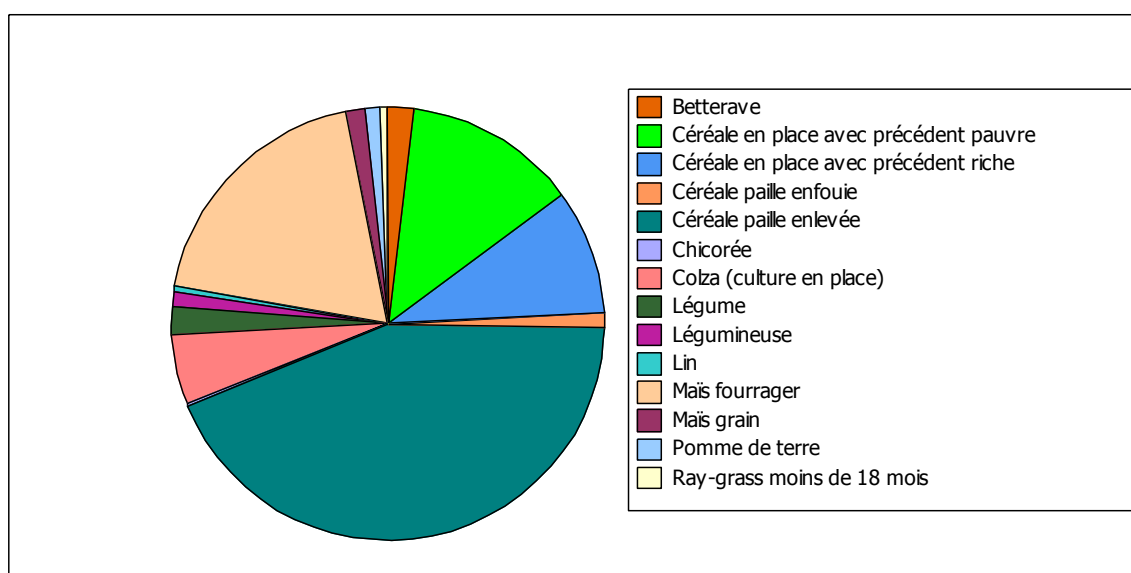


Figure 5. Répartition des mesures de RSH par précédent cultural

3.1. Les observations par culture précédente ou en place

Le Tableau 1 illustre de manière synthétique le contenu de la base de données. Les RSH les plus faibles sont observés dans les parcelles de colza en place ; les plus élevés sont rencontrés sur sol nu après légumes, pomme de terre ou maïs.

Variable	Précédent	N	Q1	Median	Q3	Maximum
RSH 0-90 cm	Betterave	7	25,00	29,00	46,00	53,00
	Céréale en place avec pré. pauvre	95	24,00	31,00	41,00	87,00
	Céréale en place avec pré. riche	73	31,50	42,00	55,50	88,00
	Céréale paille enfouie	4	33,50	45,50	101,00	118,00
	Céréale paille enlevée	220	28,00	41,00	59,00	147,00
	Chicorée	1	*	21,00	*	21,00
	Colza (culture en place)	34	15,75	20,50	43,00	139,00
	Légume	6	30,75	55,50	64,00	73,00
	Légumineuse	6	10,80	38,50	73,00	91,00
	Lin	3	31,00	33,00	36,00	36,00
	Maïs fourrager	106	38,00	50,00	63,25	141,00
	Maïs grain	9	29,00	33,00	50,50	54,00
	Pomme de terre	6	35,50	50,50	79,00	124,00
	Ray-grass moins de 18 mois	5	15,50	42,00	51,00	57,00

Tableau 1. Synthèse des RSH par précédent cultural

Une analyse de la variance (Tableau 2) indique l'existence de différence très hautement significative (P=0.000 et distribution normale des résidus) entre les moyennes observées par précédent.

Source	DF	SS	MS	F	P
Précédent	13	32243	2480	5,21	0,000
Error	561	266817	476		
Total	574	299060			

S = 21,81 R-Sq = 10,78% R-Sq(adj) = 8,71%

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	CI
Betterave	(----*----)
Céréale en place avec pr pauvre	(*--)
Céréale en place avec pr riche	(*--)
Céréale paille enfouie	(-----*-----)
Céréale paille enlevée	(*)
Colza (culture en place)	(--*-)
Légume	(-----*-----)
Légumineuse	(-----*-----)
Lin	(-----*-----)
Maïs fourrager	(-*)
Maïs grain	(----*----)
Pomme de terre	(-----*-----)
Ray-grass moins de 18 mo	(-----*-----)

Tableau 2. Analyse de la variance des RSH par précédent cultural

3.2. Les observations par région agricole

On observe des variations de médiane entre régions agricoles parfois supérieures à 20 kg N-NO₃/ha (Tableau 3). Ce paramètre est donc important.

Results for Précédent = Céréale en place avec précédent pauvre

Variable	Région	N	Q1	Median	Q3	Maximum
RSH 0-90 cm	Condroz	45	25,00	35,00	40,50	87,00
	Famenne	1	*	29,00	*	29,00
	Limoneuse humide	3	13,00	37,00	65,00	65,00
	Limoneuse sèche	40	21,50	29,50	40,75	57,00
	Sablo limoneuse	6	17,00	26,00	45,50	59,00

Results for Précédent = Céréale en place avec précédent riche

Variable	Région	N	Q1	Median	Q3	Maximum
RSH 0-90 cm	Condroz	22	25,25	39,50	50,00	63,00
	Famenne	3	21,00	27,00	30,00	30,00
	Limoneuse humide	12	31,75	38,50	49,25	77,00
	Limoneuse sèche	28	36,75	51,00	59,25	88,00
	Sablo limoneuse	8	34,25	38,00	43,75	85,00

Results for Précédent = Céréale paille enlevée

Variable	Région	N	Q1	Median	Q3	Maximum
RSH 0-90 cm	Condroz	46	27,00	35,50	48,25	125,00
	Famenne	10	29,00	39,50	47,75	86,00
	Herbagère liégeoise	1	*	46,00	*	46,00
	Limoneuse humide	18	21,75	43,00	63,75	101,00
	Limoneuse sèche	85	28,50	44,00	63,50	147,00
	Sablo limoneuse	60	32,00	41,50	61,25	135,00

Results for Précédent = Colza (culture en place)

Variable	Région	N	Q1	Median	Q3	Maximum
RSH 0-90 cm	Condroz	19	19,00	23,00	43,00	45,00
	Famenne	8	13,25	15,00	16,00	28,00
	Limoneuse sèche	6	23,80	41,00	78,30	139,00
	Sablo limoneuse	1	*	11,00	*	11,00

Results for Précédent = Maïs fourrager

Variable	Région	N	Q1	Median	Q3	Maximum
RSH 0-90 cm	Condroz	10	25,00	38,00	56,25	78,00
	Famenne	15	27,00	45,00	67,00	102,00
	Herbagère liégeoise	51	44,00	52,00	67,00	115,00
	Limoneuse humide	10	39,25	47,50	58,75	68,00
	Limoneuse sèche	6	32,80	45,50	78,00	132,00
	Sablo limoneuse	14	30,50	52,00	60,25	141,00

Tableau 3. Impact de la région agricole sur le RSH

3.3. L'impact de la période d'échantillonnage

L'impact de la date d'échantillonnage sur le RSH est peu visible car dans la plupart des situations, l'effectif (pour une région agricole donnée et pour un précédent donné) est trop faible pour pouvoir conclure. La seule exception est le précédent 'céréale paille enlevée' en région limoneuse sèche : les valeurs observées en janvier-février et en mars-avril sont assez similaires (Tableau 4).

Results for Précédent = Céréale paille enlevée; Date = Janvier-février

Variable	Région	N	Q1	Median	Q3	Maximum
RSH 0-90 cm	Condroz	1	*	64,00	*	64,00
	Limoneuse humide	5	18,00	21,00	41,00	42,00
	Limoneuse sèche	38	30,50	43,50	58,75	86,00
	Sablo limoneuse	3	33,00	49,00	74,00	74,00

Results for Précédent = Céréale paille enlevée; Date = Mars-avril

Variable	Région	N	Q1	Median	Q3	Maximum
RSH 0-90 cm	Condroz	45	27,00	35,00	47,50	125,00
	Famenne	10	29,00	39,50	47,75	86,00
	Herbagère liégeoise	1	*	46,00	*	46,00
	Limoneuse humide	13	31,50	59,00	72,00	101,00
	Limoneuse sèche	47	28,00	45,00	67,00	147,00
	Sablo limoneuse	57	29,50	41,00	60,50	135,00

Tableau 4. Impact de la date d'échantillonnage sur le RSH

3.4. L'effet d'un apport d'engrais de ferme et d'une CIPAN

L'impact d'un apport d'engrais de ferme est variable selon les régions et le type d'engrais mais il peut engendrer des différences de l'ordre de 20 kg N-NO₃/ha (Tableau 5).

Results for Précédent = Céréale paille enlevée; CIPAN = oui; EF_type = Aucun

Variable	Région	N	Q1	Median	Q3	Maximum
RSH 0-90 cm	Condroz	4	13,75	22,50	31,25	32,00
	Famenne	1	*	40,000	*	40,000
	Limoneuse humide	7	18,0	38,0	59,0	101,0
	Limoneuse sèche	29	24,00	36,00	45,00	67,00
	Sablo limoneuse	14	30,75	39,00	53,25	93,00

Results for Précédent = Céréale paille enlevée; CIPAN = oui; EF_type = Compost

Variable	Région	N	Q1	Median	Q3	Maximum
RSH 0-90 cm	Limoneuse sèche	10	37,50	56,50	69,75	75,00
	Sablo limoneuse	1	*	73,00	*	73,00

Results for Précédent = Céréale paille enlevée; CIPAN = oui; EF_type = Fientes

Variable	Région	N	Q1	Median	Q3	Maximum
RSH 0-90 cm	Condroz	1	*	40,00	*	40,00
	Limoneuse sèche	5	54,0	103,00	133,00	147,00

Results for Précédent = Céréale paille enlevée; CIPAN = oui; EF_type = Fumier

Variable	Région	N	Q1	Median	Q3	Maximum
RSH 0-90 cm	Condroz	28	26,50	41,00	54,50	87,00
	Famenne	7	14,00	44,00	56,00	86,00
	Limoneuse humide	7	44,00	63,00	78,00	95,00
	Limoneuse sèche	28	28,75	48,00	70,50	104,00
	Sablo limoneuse	41	25,50	42,00	67,00	135,00

Results for Précédent = Céréale paille enlevée; CIPAN = oui; EF_type = Lisier

Variable	Région	N	Q1	Median	Q3	Maximum
RSH 0-90 cm	Condroz	3	27,00	31,00	39,00	39,00
	Limoneuse humide	3	21,00	25,00	57,00	57,00
	Limoneuse sèche	1	*	68,00	*	68,00
	Sablo limoneuse	3	41,00	59,00	65,00	65,00

Tableau 5. Impact de l'engrais de ferme sur le RSH

La présence d'une CIPAN conduit logiquement à abaisser le RSH de l'ordre de 10 kg N-NO₃/ha (Tableau 6). Néanmoins, dans ces situations, l'azote nitrique se trouve plutôt dans la couche 0-30 cm.

Results for Précédent = Céréale paille enlevée; EF_type = Aucun; CIPAN = non

Variable	Région	N	Q1	Median	Q3	Maximum
RSH 0-90 cm	Condroz	9	28,00	36,00	52,00	125,00
	Limoneuse humide	1	*	13,00	*	13,00
	Limoneuse sèche	12	31,50	44,00	58,75	67,00
	Sablo limoneuse	1	*	45,00	*	45,00

Results for Précédent = Céréale paille enlevée; EF_type = Aucun; CIPAN = oui

Variable	Région	N	Q1	Median	Q3	Maximum
RSH 0-90 cm	Condroz	4	13,75	22,50	31,25	32,00
	Limoneuse humide	7	18,00	38,00	59,00	101,00
	Limoneuse sèche	29	24,00	36,00	45,00	67,00
	Sablo limoneuse	14	30,75	39,00	53,25	93,00

Tableau 6. Impact de la CIPAN sur le RSH

4. Evaluation de l'erreur liée à l'utilisation d'une valeur médiane

4.1. Méthodologie

Dans une première approche dite 'globale', c'est-à-dire en faisant fi de tout autre paramètre que le précédent agricole, on va établir la probabilité de commettre une erreur supérieure à 20 kg N-NO₃/ha.

En seconde approche, l'impact des autres paramètres sera étudié dans les situations où l'effectif est suffisant.

L'appréciation se fera sur base de l'examen des graphiques de fréquences cumulées en établissant à partir de quel centile, le RSH est supérieur ou inférieur de 20 ou 30 kg N-NO₃/ha à la valeur médiane.

4.2. Approche globale

4.2.1. Sol couvert par une culture d'hiver

Dans la base de données, trois cas de figures sont possibles :

1. un colza,
2. une céréale semée après un précédent 'pauvre',
3. une céréale semée après un précédent 'riche'.

La qualification du précédent (riche ou pauvre) est laissée à l'appréciation du conseiller. Un précédent 'betterave' ou 'céréale' est normalement pauvre (APL attendu faible), un précédent 'pomme de terre', 'légume' ou 'colza' est normalement riche (APL attendu élevé). Le cas du maïs est plus problématique car l'amplitude des APL rencontrés est très importante (de 30 à 300 kg N-NO₃/ha). Dans ce cas et en l'absence de mesure d'APL (majorité des situations), c'est l'intuition du conseiller qui doit le guider pour l'encodage (classement en 'pauvre' ou 'riche').

Dans le cas du colza, la médiane des observations réalisées est de 29.2 kg N-NO₃/ha (Figure 6). En prenant cette valeur pour établir un conseil de fertilisation, on commet dans 39% des cas une erreur (par excès ou par défaut) de plus de 20 kg N-NO₃/ha et dans 9.9% des cas, une erreur de plus de 30 kg N-NO₃/ha.

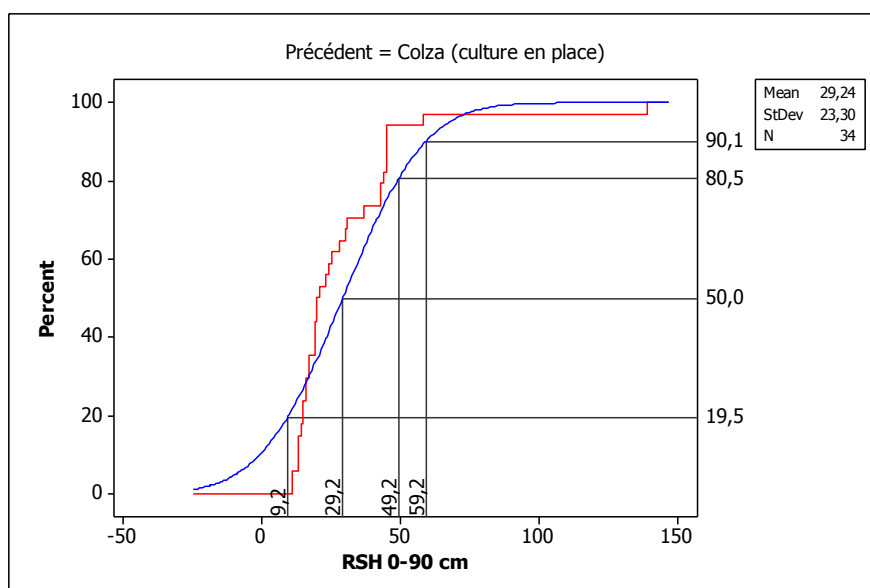


Figure 6. Distribution de fréquence des observations réalisées en colza

Dans le cas d'une céréale en place avec précédent pauvre, la médiane des observations réalisées est de 33.5 kg N-NO₃/ha (Figure 7). En prenant cette valeur pour établir un conseil de fertilisation, on commet dans 15.6% des cas une erreur (par excès ou par défaut) de plus de 20 kg N-NO₃/ha et dans 3.4% des cas, une erreur de plus de 30 kg N-NO₃/ha.

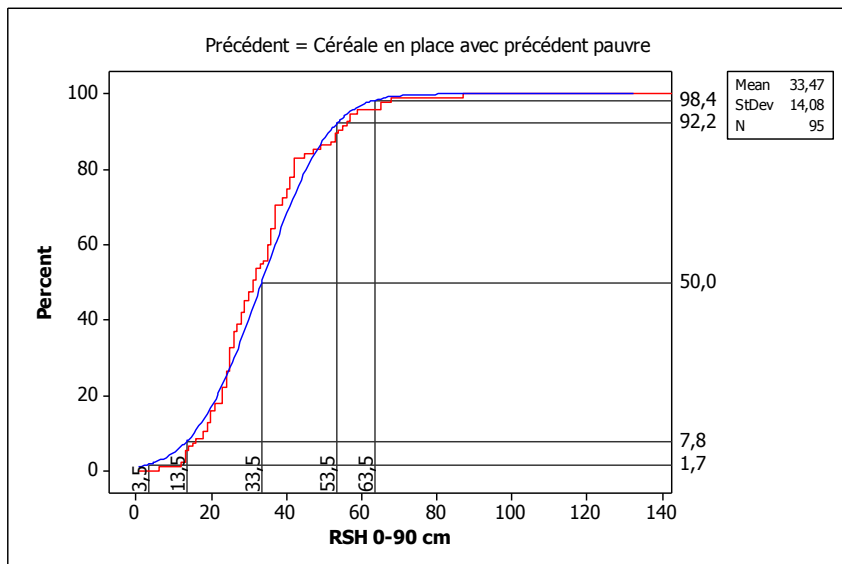


Figure 7. Distribution de fréquence des observations réalisées en céréale avec précédent pauvre

Dans le cas d'une céréale en place avec précédent riche, la médiane des observations réalisées est de 43.3 kg N-NO₃/ha (Figure 8). En prenant cette valeur pour établir un conseil de fertilisation, on commet dans 21% des cas une erreur (par excès ou par défaut) de plus de 20 kg N-NO₃/ha et dans 6% des cas, une erreur de plus de 30 kg N-NO₃/ha.

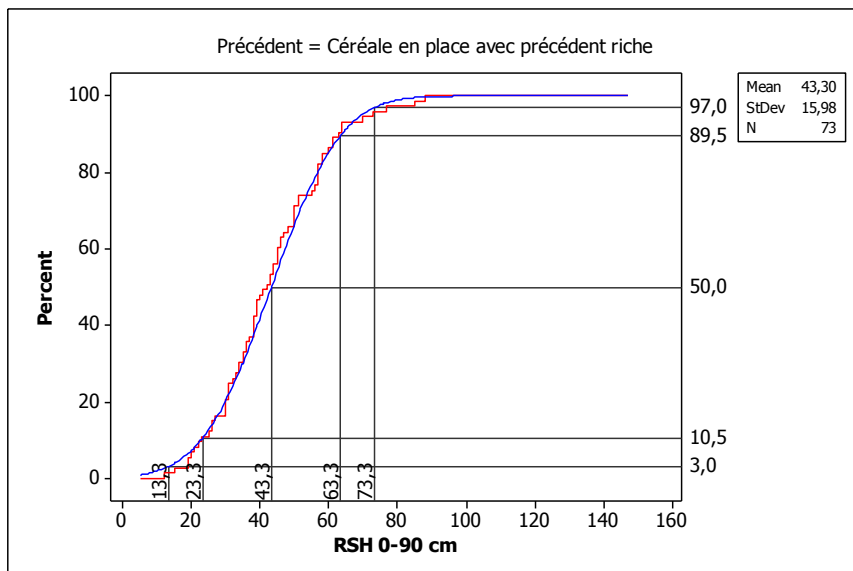


Figure 8. Distribution de fréquence des observations réalisées en céréale avec précédent riche

4.2.2. Sol nu en vue d'une culture de printemps

Dans la base de données, douze précédents sont possibles :

1. céréale paille enlevée
2. céréale paille enfouie
3. maïs fourrager
4. maïs grain
5. betterave
6. pomme de terre
7. légume
8. légumineuse
9. ray-grass de moins de 18 mois
10. lin
11. colza
12. chicorée

Certains précédents sont peu rencontrés (Tableau 1). Nous ne nous attarderons que sur les données 'céréale paille enlevée' et 'maïs fourrager' pour lesquels les données sont suffisamment nombreuses.

Dans le cas d'un précédent céréale paille enlevée, la médiane des observations réalisées est de 45.9 kg N-NO₃/ha (Figure 9). En prenant cette valeur pour établir un conseil de fertilisation, on commet dans 41.4% des cas une erreur (par excès ou par défaut) de plus de 20 kg N-NO₃/ha et dans 22% des cas, une erreur de plus de 30 kg N-NO₃/ha.

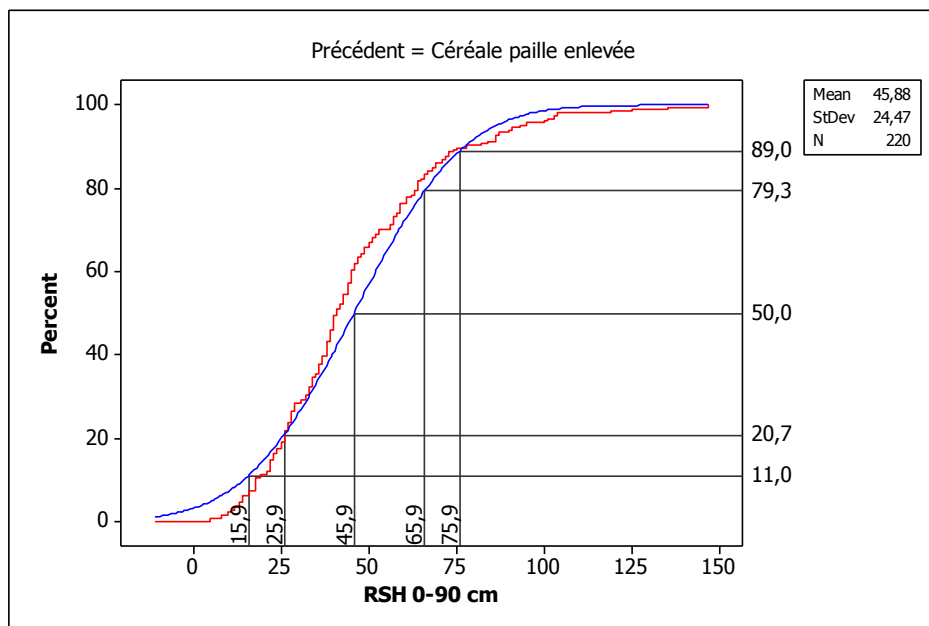


Figure 9. Distribution de fréquence des observations réalisées après une céréale paille enlevée

Dans le cas d'un précédent maïs fourrager, la médiane des observations réalisées est de 43.3 kg N-NO₃/ha (Figure 10). En prenant cette valeur pour établir un conseil de fertilisation, on commet dans 40.2% des cas une erreur (par excès ou par défaut) de plus de 20 kg N-NO₃/ha et dans 21% des cas, une erreur de plus de 30 kg N-NO₃/ha.

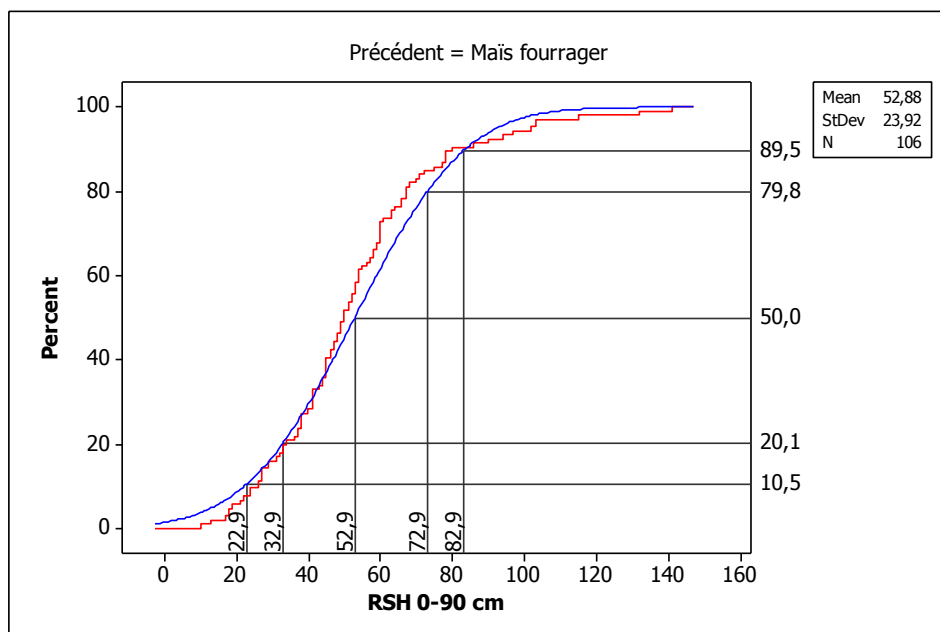


Figure 10. Distribution de fréquence des observations réalisées après un maïs fourrager

4.3. Prise en compte de la région agricole et de la fertilisation organique

4.3.1. *La région agricole*

Dans le cas du maïs fourrager, la prise en compte du facteur ‘région agricole’ permet d’améliorer la fiabilité de la prédiction dans le cas de la région herbagère liégeoise (effectif important et moyenne supérieure (non significatif) à la moyenne globale) : la médiane des observations réalisées est de 57.1 kg N-NO₃/ha (Figure 12) ; dans 35.2% des cas une erreur (par excès ou par défaut) de plus de 20 kg N-NO₃/ha et dans 16.2% des cas, une erreur de plus de 30 kg N-NO₃/ha. A noter que si l’on ne s’intéresse qu’à la couche 0-60 cm (effectif plus important et valeurs plus faibles), ces pourcentages ‘tombent’ à 18% et 4% pour ces mêmes niveaux d’erreur.

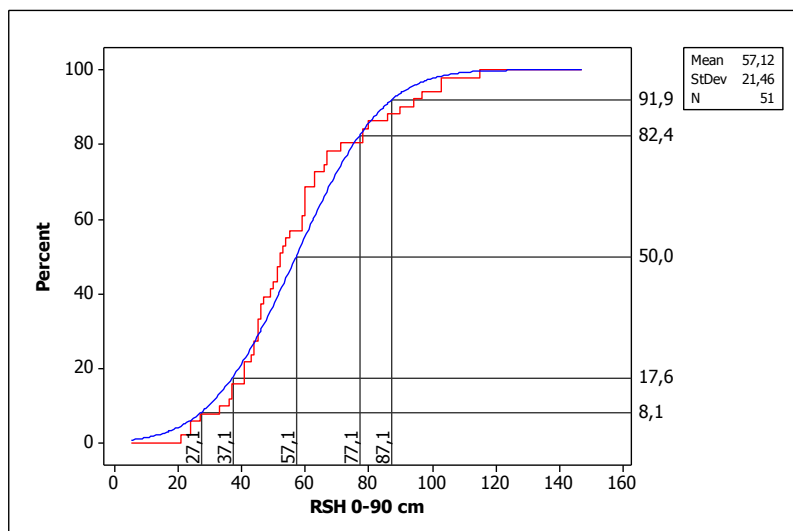


Figure 11. Distribution de fréquence des observations réalisées après un maïs fourrager en région herbagère liégeoise

Dans les autres régions agricoles (Figure 12), la petitesse de l’effectif et ou sa distribution de fréquence n’améliore pas la fiabilité de la prédiction.

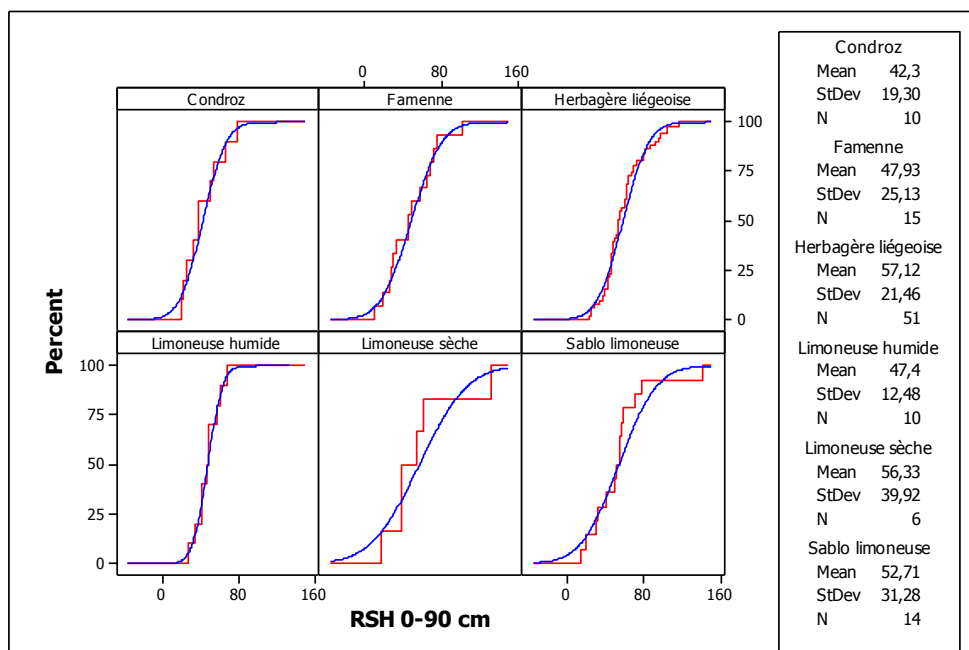


Figure 12. Distribution de fréquence des observations réalisées, par région agricole, après un maïs fourrager

Dans le cas du précédent ‘céréale paille enlevée’, la prise en compte du facteur ‘région agricole’ améliore peu la qualité de la prédiction : les distributions de fréquences (Figure 13) ne sont pas plus verticales qu’en l’absence de prise en compte de la région agricole (Figure 9).

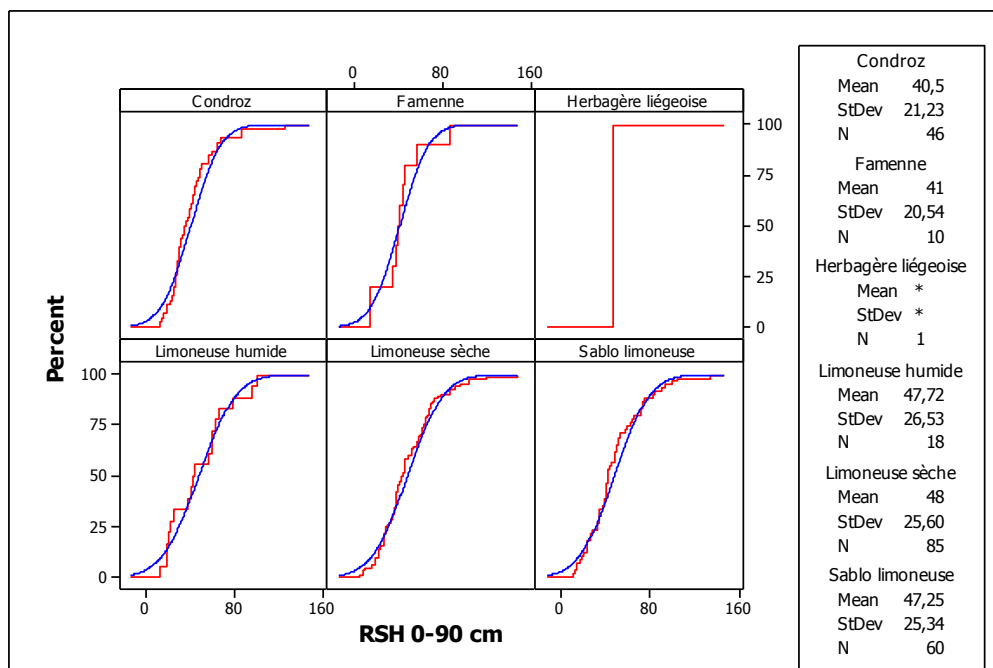


Figure 13. Distribution de fréquence des observations réalisées, par région agricole, après une céréale paille enlevée

Néanmoins, le Condroz et la Famenne présente des moyennes plus faibles (non significatif) que celles observées en régions limoneuses et sablo limoneuse (Figure 13).

Dans le cas d’un ‘colza (culture en place)’, la prise en compte de la région agricole améliore nettement la prédiction : dans 10% des situations, l’erreur est inférieure à 20 kg N-NO₃/ha et dans moins d’un pourcent des situations, elle est inférieure à 30 kg N-NO₃/ha (Figure 14).

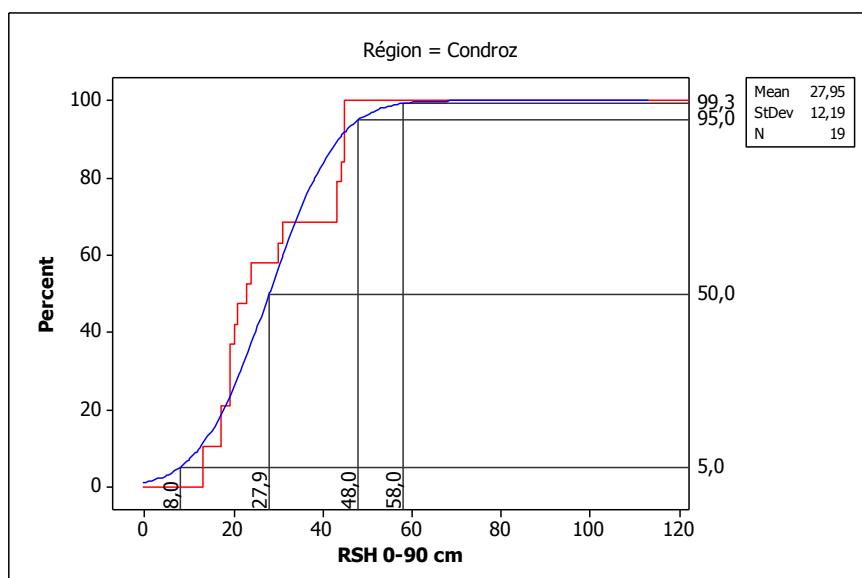


Figure 14. Distribution de fréquence des observations réalisées en Condroz sur un colza (culture en place)

Dans le cas d'une 'céréale après un précédent pauvre', la prise en compte de la région agricole améliore également la prédiction : en région limoneuse sèche, dans 11.2% des situations, l'erreur est inférieure à 20 kg N-NO₃/ha et dans 1.8% des situations, elle est inférieure à 30 kg N-NO₃/ha (Figure 15).

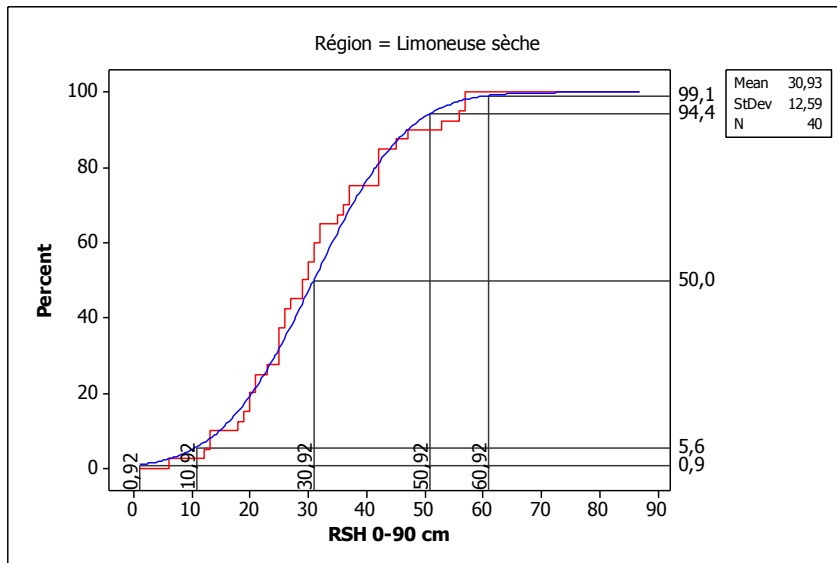


Figure 15. Distribution de fréquence des observations réalisées en région limoneuse sèche sur une céréale après un précédent pauvre

Dans le cas d'une 'céréale après un précédent riche', la prise en compte de la région agricole améliore également la prédiction : par exemple, en région limoneuse sèche, dans 17% des situations l'erreur est inférieure à 20 kg N-NO₃/ha et dans 4% des situations, elle est inférieure à 30 kg N-NO₃/ha (Figure 16).

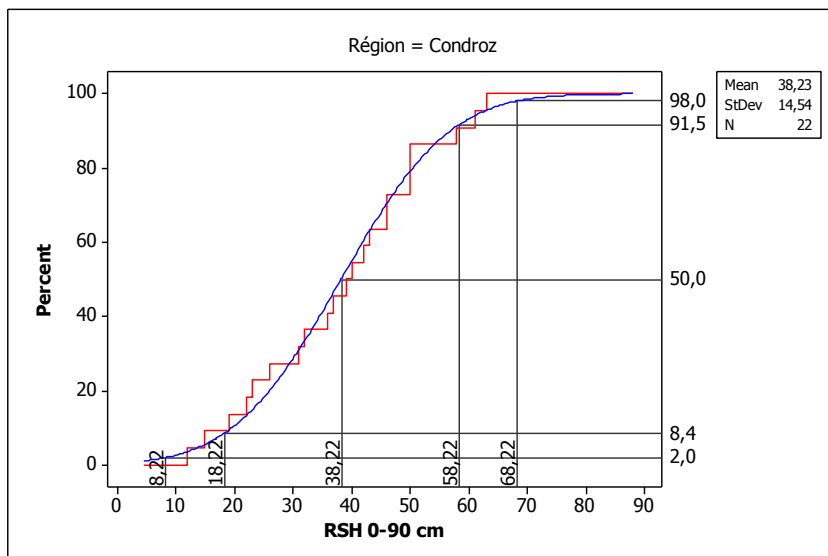


Figure 16. Distribution de fréquence des observations réalisées en région limoneuse sèche sur une céréale après un précédent riche

La condition nécessaire pour espérer une amélioration de la prédiction est de pouvoir disposer de plus d'une vingtaine d'observations par région. Cette condition n'est cependant pas suffisante, il faut également que la distribution de fréquence soit la plus verticale possible (majorité des valeurs proche de la médiane).

4.3.2. Les engrais de ferme

La prise en compte du type d'engrais de ferme permet également d'améliorer la qualité de la prédiction (Figure 17, Figure 18) :

- la valeur moyenne est adaptée au type d'engrais de ferme (exemple des fientes ou en l'absence d'apport d'engrais de ferme) et
- la probabilité d'une erreur supérieure à 20 ou à 30 kg N-NO₃/ha est plus faible (distribution plus verticale que la Figure 9).

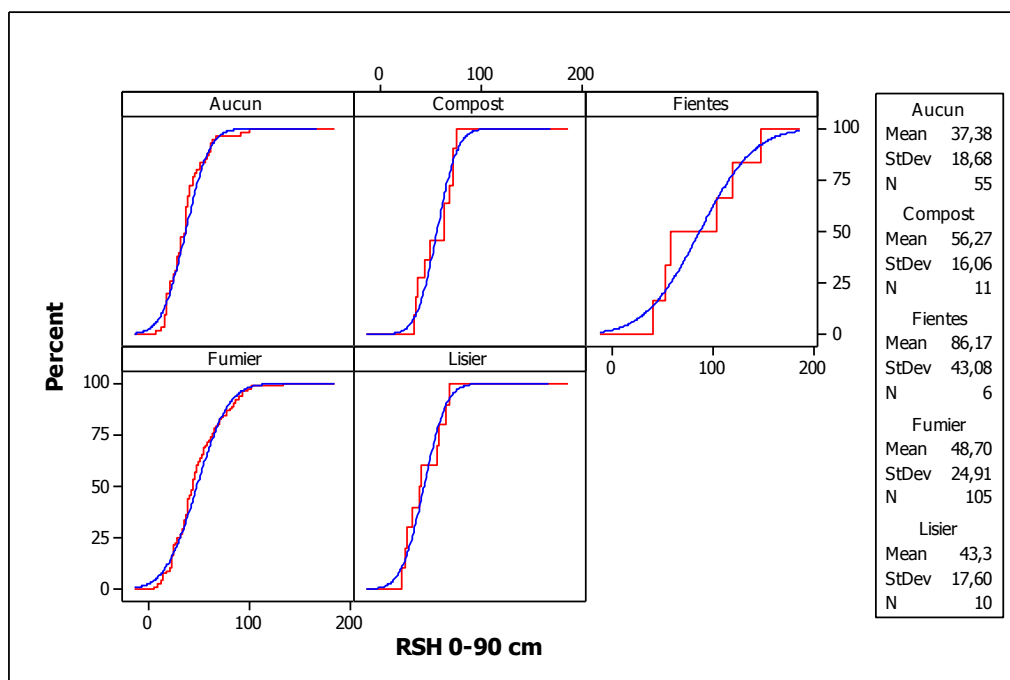


Figure 17. Distribution de fréquence des observations réalisées, par type d'engrais de ferme (apport en été –automne avec CIPAN), après une céréale paille enlevée

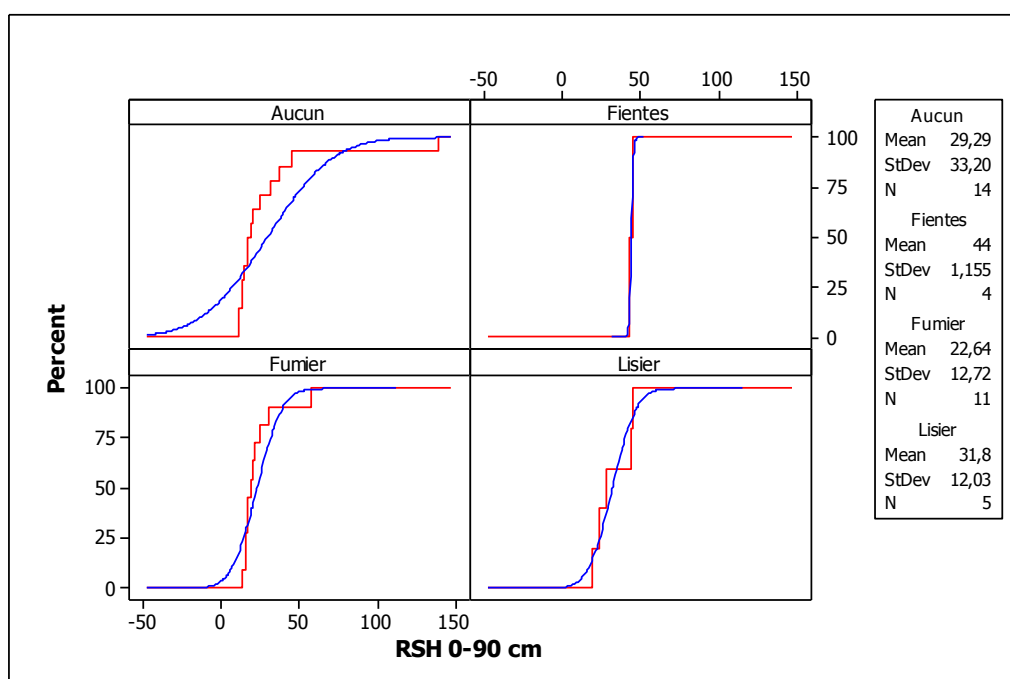


Figure 18. Distribution de fréquence des observations réalisées, par type d'engrais de ferme (apport en été –automne avec CIPAN), sur les parcelles de colza (culture en place)

5. Conclusion

Depuis 2009, la Structure d'encadrement Nitrawal rassemble les résultats de mesures de reliquat azoté commandés ou réalisés en sortie d'hiver (Reliquat Sortie d'Hiver – RSH) pour pouvoir disposer de moyennes en vue d'établir des conseils de fertilisation idoines.

En 2013, 776 observations ont été enregistrées dans la base de données. Parmi celles-ci, 200 ne concernaient que les couches 0-30 cm et 30-60 cm. L'objectif étant la prédiction sur une épaisseur de 90 cm, ces observations n'ont pas été utilisées dans le cadre de la présente réflexion.

La majorité des observations sont réalisées soit sur des parcelles de céréales en place (suite à la récolte d'un maïs, d'une pomme de terre, d'une betterave, d'un colza, ...), soit sur des parcelles où une céréale ou un maïs a été récolté l'année précédente.

La médiane des observations par culture varie de 20 kg N-NO₃/ha (colza en place) à 55 kg N-NO₃/ha (précédent 'légume').

La performance de la prédiction du RSH est évaluée par l'observation de la distribution de fréquence (cumulée) des observations réalisées :

- une distribution des valeurs très étalée des observations conduit à une courbe oblique
- une distribution des valeurs très centrée autour d'une valeur moyenne ou médiane conduit à une courbe plus verticale.



Une approche par distribution de fréquence a été préférée à une approche sur base de la moyenne et de l'écart-type car la distribution des résultats est peu souvent normale et, dans ces conditions, l'utilisation et l'interprétation de l'écart-type sont fortement limitées.

L'analyse des résultats s'est faite par la détermination :

- du centile correspondant à la valeur de la médiane + 20 kg N-NO₃/ha et
- du centile correspondant à la valeur de la médiane + 30 kg N-NO₃/ha.

Une erreur inférieure à 20 kg N-NO₃/ha n'est préjudiciable ni d'un point de vue agronomique (perte de rendement) ni d'un point de vue environnemental (APL trop élevé) ; une erreur supérieure à 30 kg N-NO₃/ha peut être préjudiciable sous un de ces deux angles.

Si les centiles ainsi déterminés sont très éloignés de la médiane, cela signifie que le risque d'erreur (en recourant à une valeur médiane pour établir un conseil de fertilisation) est faible.

Dans une première approche dite globale, c'est-à-dire en ne considérant que le facteur « culture précédente ou en place », on a pu déterminer que pour une culture en place (céréale ou colza), le risque d'une erreur supérieure à 30 kg N-NO₃/ha est inférieure à 10%. Par contre, lorsque le sol est nu en sortie d'hiver, la probabilité d'une telle erreur est quasiment double.

Afin d'affiner la prédiction, les facteurs « région agricole » et « fertilisation organique » ont été étudiés.

La prise en compte de ces paramètres permet généralement d'améliorer plus ou moins fortement la qualité de la prédiction : une moyenne plus ciblée (précédent culturel - région agricole - fertilisation organique) et un risque d'erreur plus faible : pour la majorité des situations régulièrement rencontrées, dans moins de 10% des cas, voire moins de 5% des cas, l'erreur sera de plus 30 kg N-NO₃/ha.

Ce pourcentage est établi sans tenir compte de la 'personnalité' de l'agriculteur à conseiller. En effet, dans certaines situations, le conseiller Nitrawal est à même de présager (soit parce qu'il dispose d'analyses réalisées pour cet agriculteur dans d'autres parcelles, soit sur base des dires de l'agriculteur) dans quelle partie de la distribution de fréquence le RSH estimé se trouvera.

Enfin, rappelons que ces estimations sont réalisées pour la couche 0-90 cm. Dans un certain nombre de situations (cas de la pomme de terre, de légumes, du maïs (en fonction de la date de semis)), il n'est nécessaire que de disposer d'un reliquat pour la couche 0-60 cm. Dans ce cas de figure, les mêmes risques d'erreur sont grosso modo divisés par 2.

En conclusion, il apparaît donc que la constitution et diffusion d'une synthèse de RSH constitue un outil efficace pour l'établissement de conseils de fertilisation idoines.