

Variabilité interannuelle des productions fourragères de 2000 à 2011.

Analyse par région à partir d'observations en fermes

J. Devun^{1, 4}, J.-C. Moreau^{2, 4}, M. Lherm^{3, 4}, C. Mosnier^{3, 4}

Face au changement climatique annoncé, il est important de mieux connaître la variabilité des productions fourragères. Cet état des lieux de la variabilité des rendements des fourrages récoltés et des céréales d'automne dans les exploitations d'élevage au cours de la période 2000-2011 est riche d'enseignements et illustre la diversité des situations (ou des conditions de production).

RÉSUMÉ

Les données obtenues dans 1 196 exploitations bovines (lait et viande) et ovines (viande) du dispositif des Réseaux d'Elevage portent sur les rendements moyens de récolte d'herbe (1^{re} et 2^e coupes), de maïs et de céréales d'automne, et leur variabilité. La production de la 1^{re} coupe d'herbe est plus variable que celle du maïs et des céréales ; mais, une même année, ces couverts peuvent être différemment affectés par un aléa. L'analyse montre l'effet du type de système de production sur le niveau de production, en rapport avec la qualité de fourrage recherchée. La répartition des fermes selon les régions fourragères ISOP montre l'effet des contextes pédoclimatiques sur les niveaux et variabilités des rendements.

SUMMARY

Interannual variability of forage production between 2000 and 2011. Analysis per region based on farm surveys

Faced with climate change, it is important to better evaluate variability in forage production. Data collected from 1,196 cattle (dairy and meat) and sheep farms (meat) belonging to the 'Réseaux d'Elevage' network were used to evaluate variability in forage yield at harvest (grass: 1st and 2nd cuts, maize) and autumn grains between 2000-2011. The yield for grass at 1st cut shows a greater variability than that of maize and grains. However over the same year, covers were affected in different ways by climatic hazards. System type has an impact on production levels which is tied to the desired quality of forage. Location of farms as regards ISOP forage regions shows the impact of pedoclimatic contexts on yield levels and yield variability.

Les exploitations d'élevage valorisent des milieux pédoclimatiques très divers (pluviométrie, altitude, nature des couverts, profondeur des sols...). En conséquence, les systèmes fourragers (nature des fourrages et parts annuelles dans l'alimentation des élevages d'herbivores) varient selon les zones dans lesquelles ils sont mis en œuvre (PFLIMLIN, 1998 ; HUYGHE *et al.*, 2005 ; DEVUN et LEGARTO, 2011). Cependant, la gestion des systèmes fourragers repose, le plus souvent,

sur deux types de ressources : **le pâturage et les fourrages conservés**. Prépondérants dans l'organisation générale du système fourrager, ces deux piliers **sont complémentaires et interdépendants** : pâturage et constitution de stocks à partir des excédents d'herbe et/ou de cultures fourragères, utilisation des stocks lorsque le pâturage ne fournit plus de ressources suffisantes ou n'est plus accessible.

AUTEURS

1 : Institut de l'Élevage, 9, allée Pierre de Fermat, F-63170 Aubière ; Jean.Devun@idele.fr

2 : Institut de l'Élevage, BP 42118, F-31321 Toulouse

3 : INRA, UMR1213 Herbivore, F-63122 Saint-Genès-Champanelle

4 : UMT Systèmes Allaitants Fourrages Environnement, Inra, F-63122 Saint-Genès-Champanelle

MOTS CLÉS : Bovin, céréales, changement climatique, diversité régionale, exploitation agricole, facteur climat, France, maïs fourrage, ovin, prairie, production fourragère, système de production.

KEY-WORDS : Cattle, cereals, climatic change, climatic factor, farm, forage maize, forage production, France, grassland, production system, regional diversity, sheep.

RÉFÉRENCE DE L'ARTICLE : Devun J., Moreau J.-C., Lherm M., Mosnier C. (2013) : "Variabilité interannuelle des productions fourragères de 2000 à 2011. Analyse par région à partir d'observations en fermes", *Fourrages*, 215, 221-230.

Les productions fourragères qui déterminent les fourrages disponibles pour les troupeaux sont, dans la plupart des situations, directement dépendantes des effets du climat : froid printanier, sécheresse, hautes températures estivales, etc. (LEMAIRE *et al.*, 2006). Ainsi, les éleveurs, dont l'un des objectifs est d'assurer à tout moment de l'année une adéquation entre l'offre en fourrage et les besoins du troupeau, doivent mettre en œuvre des choix et des stratégies de gestion de leurs systèmes d'élevage et fourragers prenant en compte les variabilités intra-annuelle et inter-annuelle de leurs productions fourragères, en jouant sur différents leviers d'ajustement des conduites d'élevage et des surfaces aux conditions saisonnières (MOSNIER *et al.*, 2013). Une meilleure connaissance des variabilités des productions fourragères observées en fermes est d'autant plus d'actualité que la première décennie des années 2000 a été marquée par des successions de sécheresse (LELIEVRE *et al.*, 2011) et des déficits hydriques supérieurs à la moyenne.

La variabilité interannuelle des productions fourragères n'a, pour l'instant, été quantifiée qu'à travers des simulations (RUGET *et al.*, 2006). L'objectif de cette étude est de mieux **caractériser les variabilités interannuelles des rendements** des principales cultures rencontrées dans les élevages : l'herbe, le maïs ensilage et les céréales d'automne, **à partir de données observées dans les exploitations**. Nos hypothèses sont, tout d'abord, qu'il existe une différence de variabilité interannuelle entre les cultures et entre les exploitations. Ensuite, nous supposons qu'une partie de cette différence est expliquée par le contexte pédoclimatique des exploitations. Mieux intégrer ces connaissances dans les travaux et réflexions sur les adaptations des systèmes d'élevage est donc un élément important à prendre en compte pour la mise au point de systèmes d'élevage capables de s'adapter au mieux à des variations de productions fourragères plus fréquentes et plus amples, compte tenu du changement climatique annoncé (SOUBEYROUX *et al.*, 2011).

Cet article propose un état des lieux de la variabilité des rendements de fourrages récoltés et de céréales sur la période 2000 à 2011, à partir des données obtenues dans des exploitations bovines (lait et viande) et ovines (viande) du dispositif des Réseaux d'Elevage, réparties dans toute la France.

1. Présentation de l'étude

Les données proviennent des **Réseaux d'Elevage** pour le Conseil et la Prospective, action coordonnée par l'Institut de l'Elevage (idele) et conduite en partenariat avec les Chambres d'Agriculture et les Etablissements Départementaux de l'Elevage. Elles sont collectées dans le cadre d'un suivi pluriannuel détaillé d'exploitations réparties sur le territoire national. La répartition des exploitations de notre échantillon, selon les grandes zones d'élevage définies par l'Institut de l'Elevage, est indiquée dans le tableau 1. Les données utilisées dans notre étude portent sur la gestion et l'utilisation des surfaces, la production fourragère et céréalière. Cette dernière peut jouer un rôle sur l'atténuation des aléas de production fourragère, les éleveurs pouvant miser sur la paille et le grain. Après vérification de la cohérence et de l'exhaustivité des données, les exploitations présentes moins de cinq années sur la période 2000-2011 n'ont pas été retenues pour cette analyse. De même, lorsque des changements importants sont intervenus au niveau du système de production (modifications des dimensions du troupeau ou des surfaces entraînant des variations annuelles de chargement apparent de $\pm 0,2$ UGB/ha SFP par rapport à la moyenne sur la période), les exploitations ont été écartées de l'analyse.

L'échantillon analysé comporte **1 201 exploitations sur la période 2000-2011** (dont 425 spécialisées en élevage bovin lait, 537 en élevage bovin viande et 239 en élevage ovin viande) totalisant 8 814 exploitations-années (soit une présence moyenne de 7,3 années par exploitation). Les caractéristiques générales des exploitations sont présentées dans le tableau 2.

Les indicateurs retenus concernent les rendements des récoltes d'herbe en tonnes de matière sèche (t MS) par hectare (1^{re} et 2^e coupes tous modes de récolte confondus ; foin, ensilage d'herbe et enrubannage 1^{re} coupe), de maïs ensilage (t MS/ha) et de céréales d'automne (q/ha) de chaque exploitation. Les rendements fourragers sont estimés à partir des stocks rendus à la ferme (cubage de silo, nombre de balles rondes...). Sont exclues de l'étude les quantités d'herbe consommées au pâturage qu'aucun indicateur ne permet d'estimer « en routine » en exploitation.

Régions d'élevage	Systèmes	Bovin lait	Bovin viande	Ovin viande	Tous systèmes
Zones mixtes cultures et élevage		93 (39%)	112 (46%)	36 (15%)	241 (100%)
Zones de cultures fourragères (Ouest et piémonts)		101 (44%)	102 (45%)	25 (11%)	228 (100%)
Zones de grandes cultures		21 (41%)	21 (41%)	9 (18%)	51 (100%)
Zones de cultures et surfaces pastorales du Sud		5 (17%)	8 (27%)	17 (56%)	30 (100%)
Zones herbagères des Montagnes : Alpes et Pyrénées		8 (22%)	14 (39%)	14 (39%)	36 (100%)
Zones herbagères des Montagnes humides du Massif Central et de Franche-Comté		69 (46%)	48 (32%)	34 (23%)	151 (100%)
Zones herbagères Centre et Est		62 (19%)	182 (55%)	89 (27%)	333 (100%)
Zones herbagères Nord-Ouest		66 (50%)	50 (38%)	15 (12%)	131 (100%)
Nombre total d'exploitations		425	537	239	1 201

TABEAU 1 : Répartition par région d'élevage et par système des 1 196 exploitations de l'échantillon (en nombre et % ; données Réseaux d'Elevage ; zonage Institut de l'Elevage).

TABLE 1 : Distribution per livestock farming region and system for the 1,196 farms included in the sample (in figures and % ; data collected from the 'Réseaux d'Elevage' network, zone determination: Institut de l'Elevage).

Système	Bovin lait	Bovin viande	Ovin viande	Total des exploitations
Nombre total d'exploitations	420	537	239	1 196
Main d'œuvre (UMO totales)	2,24	1,85	1,70	1,96
Surface agricole (ha SAU)	103,2	129,4	94,0	113,1
Surface fourragère (ha SFP)	71,6	98,5	76,6	84,7
Surface en herbe (ha herbe)	57,8	93,0	75,2	77,2
Cultures fourragères (ha)	13,6	5,4	1,32	7,5
dont maïs ensilage (ha)	13,3	5,3	1,10	7,2
Troupeau (UGB)	96,4	125,3	93,4	108,7
Chargement (UGB/ha SFP)	1,35	1,27	1,22	1,28

TABLEAU 2 : **Caractéristiques moyennes des exploitations de l'échantillon** (Réseaux d'Élevage).

TABLE 2 : **Average characteristics of farms of the sample** ('Réseaux d'Élevage' network).

Pour caractériser la variabilité interannuelle des rendements, **les écarts types et les coefficients de variation sont estimés au niveau de chaque exploitation** de façon à tenir compte des pratiques et du contexte propres à chacune d'elles. Afin d'apprécier plus en détail cette variabilité, les rendements annuels de chaque exploitation sont exprimés en variations relatives par rapport à la moyenne de l'exploitation sur la période.

Ces résultats sont d'abord donnés pour l'ensemble des exploitations. Ils sont ensuite analysés par région d'élevage issue du zonage de l'Institut de l'Élevage (ROUQUETTE et PFLIMLIN, 1995¹). Puis ils sont traités par région fourragère définie dans le cadre du dispositif d'Information et Suivi Objectif des Prairies² (ISOP) (RUGET *et al.*, 2006 ; SOUVERAIN *et al.*, 2010), auxquelles appartiennent les exploitations. Ce découpage fin en régions fourragères (régions ISOP) a été réalisé à partir de données relatives aux climats, aux sols et aux pratiques sur prairies, en s'appuyant sur les travaux d'HENTGEN (1982). Ainsi, les régions ISOP présentent une certaine homogénéité sur le plan pédoclimatique.

2. Résultats

■ Caractéristiques moyennes des rendements fourragers et des céréales d'automne

• Rendements moyens

Toutes exploitations confondues, le **rendement moyen des récoltes d'herbe en 1^{re} coupe** s'établit à 3,95 t MS/ha (1 147 exploitations et 8 368 exploitations - années). 80 % des exploitations ont un rendement moyen d'herbe en

1^{re} coupe compris entre 3,1 et 4,9 t MS/ha, mais avec des disparités entre filières. Ainsi, les rendements moyens des fermes Bovin lait et Ovin viande sont inférieurs respectivement de 0,4 et 0,6 t MS comparativement à ceux des fermes Bovin viande (4,20 t MS/ha). L'écart type de ces rendements moyens par filière se situe entre 0,68 et 0,78 t MS/ha. Le détail des rendements des récoltes d'herbe en 1^{re} coupe selon les modes de récolte est précisé en annexe 1. La moyenne des rendements des récoltes d'herbe en **2^e coupe**, toutes exploitations confondues, s'établit à 2,24 t MS/ha avec un écart type des moyennes de 0,66 t MS/ha (615 exploitations et 4 767 années - exploitations). Cette moyenne atteint 2,0 t MS/ha dans les exploitations Ovin viande, 2,21 t MS/ha dans les exploitations Bovin lait et 2,34 t MS/ha dans les fermes Bovin viande. Les écarts types sont compris entre 0,60 et 0,72 t MS/ha.

Ces écarts de rendements moyens **entre filières** traduisent **des exigences de qualité et de quantité différentes**, voire des particularités de conduite : il y a, par exemple, davantage de pâturage hivernal et de déprimage en système Ovin viande, ce qui explique en partie les récoltes plus faibles ; en élevage bovin viande où le compromis quantité/qualité est différent de celui recherché en production laitière, un stade de récolte plus tardif explique les rendements supérieurs.

La moyenne des rendements de **maïs ensilage**, toutes exploitations confondues, s'établit à 12,4 t MS/ha (629 exploitations et 4 569 exploitations - années). L'écart type des rendements moyens est de 2,05 t MS/ha. Ces résultats sont de même niveau dans les exploitations Bovin lait et Bovin viande, respectivement 12,6 et 12,4 t MS/ha. Dans notre échantillon peu d'exploitations Ovin viande cultivent du maïs ensilage.

Exprimée en quintaux récoltés par hectare, la moyenne des rendements des **céréales d'automne**, toutes exploitations confondues, s'établit à 57,3 q/ha (898 exploitations et 6 549 exploitations - années). L'écart type des rendements moyens est de 14,3 q/ha. Ce rendement moyen est de 59,9 q/ha dans les exploitations Bovin lait, 58,3 q/ha dans les exploitations Bovin viande et 48,1 q/ha dans les exploitations Ovin viande (peu nombreuses à cultiver des céréales d'automne).

• Variabilité interannuelle des rendements à l'échelle des fermes

- Paramètres de distribution de la variabilité

La figure 1 représente la distribution des variations interannuelles de rendements des fourrages et des céréales d'automne (exprimées en valeur relative par rapport à la moyenne calculée sur la période et pour chaque exploitation). Ces distributions suivent une loi « normale » : centrées autour de 0, symétrique, avec des occurrences d'événements extrêmes (au delà de $\pm 40\%$) faibles. Cette figure met en évidence une variabilité un peu plus grande des rendements d'herbe en 1^{re} coupe par rapport aux rendements en céréales et maïs : sur la période 2000 à 2011, les coefficients de variations inter-

1 : carte dans le complément de l'article : "Fourrages conservés et modes de récolte : la situation selon les systèmes d'élevage en France", Devun J., Legarto J. (2011), Fourrages n°206, 91-106 : <http://afpf-asso.org/index/action/page/id/33/title/Les-articles/article/1836>

2 : Le dispositif ISOP a été mis en place par le Service de la Statistique et de la Prospective (SSP ex SCEES) du Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt, afin d'estimer par modélisation la variabilité interannuelle de la production des prairies à l'échelle de petites régions fourragères homogènes (régions ISOP).

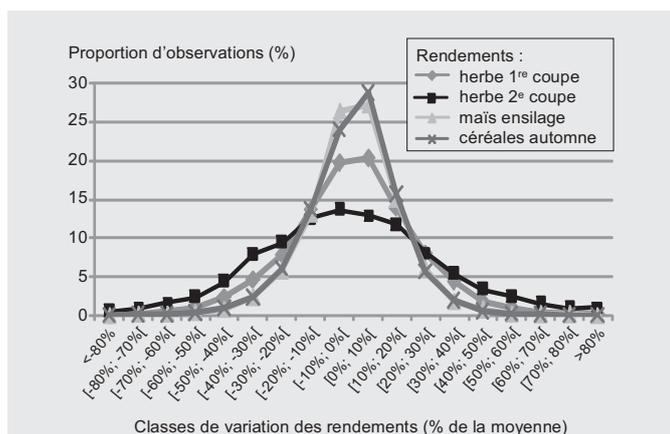


FIGURE 1 : Courbes de distribution des variations interannuelles des rendements de fourrages et céréales d'automne selon les classes de variation relative des rendements (période 2000-2011, données Réseaux d'Elevage).

FIGURE 1 : *Interannual variation distribution curves in forage and autumn grain yields based on relative yield variation class (2000-2011 period; data: 'Réseaux d'Elevage' network).*

annuelles varient de 20,3 %, pour les rendements des récoltes d'herbe 1^{re} coupe, à 15,7 % et 15,9 % respectivement pour le maïs ensilage et les céréales d'automne. Il atteint 33 % pour les rendements des récoltes d'herbe de 2^e coupe. La fréquence des années où les rendements sont inférieurs à 20 % de leur moyenne s'échelonne entre 10 % pour le maïs ensilage et les céréales, 14 % pour l'herbe en 1^{re} coupe et 24 % pour l'herbe en 2^e coupe. Les situations individuelles sont cependant hétérogènes. 20 % des exploitations ont un coefficient de variation (CV) supérieur à 27 % pour les rendements d'herbe récoltée en 1^{re} coupe et à 21 % pour les rendements de maïs ensilage et de céréales d'automne (ce ne sont pas les mêmes exploitations) ; 20 % des exploitations ont un CV inférieur à 13 % pour les rendements en herbe, 9 % pour le maïs ensilage et 10 % pour les céréales.

Ces résultats illustrent les gammes de variations interannuelles de rendements fourragers et de céréales d'automne que l'on peut observer en fermes. Ils révèlent que **la variabilité interannuelle des rendements des prairies (1^{re} coupe) est supérieure de l'ordre de 5 points à celles des rendements de maïs ensilage et de céréales.** Il y a également une plus grande hétérogénéité de la variabilité interannuelle des rendements d'herbe entre les exploitations qui peut s'expliquer au moins en partie par la plus grande hétérogénéité des surfaces consacrées à l'herbe. Quant aux **rendements d'herbe récoltée en 2^e coupe**, ils sont logiquement **plus variables** : conditions climatiques plus variables et rendements moyens plus faibles.

- Distribution des variations de rendements par année

Les aléas climatiques sont plus ou moins localisés et affectent différemment les cultures selon la distribution des paramètres climatiques dans l'année. Les figures 2 (abc) illustrent que, pour une même année, les fréquences des classes de variation de rendements de l'herbe (2a), du maïs ensilage (2b) et des céréales d'automne (2c) sont, tous systèmes et régions confondus, diverses. Elles montrent que, selon les cultures, certaines années ressortent comme plus ou moins bonnes. Par exemple, l'année 2003, a été très défavorable pour les trois productions. L'année 2007 a été défavorable sur le plan des rendements des céréales d'automne et satisfaisante pour ceux en herbe 1^{re} coupe et en maïs ensilage. Quant à l'année 2011, elle s'est révélée particulièrement défavorable pour les rendements de 1^{re} coupe d'herbe, très favorable pour le maïs ensilage et relativement favorable pour les céréales d'automne.

■ Variabilité interannuelle des rendements et disparités entre les régions d'élevage

• Récoltes d'herbe de 1^{re} coupe

La moyenne des rendements d'herbe récoltée en 1^{re} coupe varie selon les zones dans une fourchette comprise

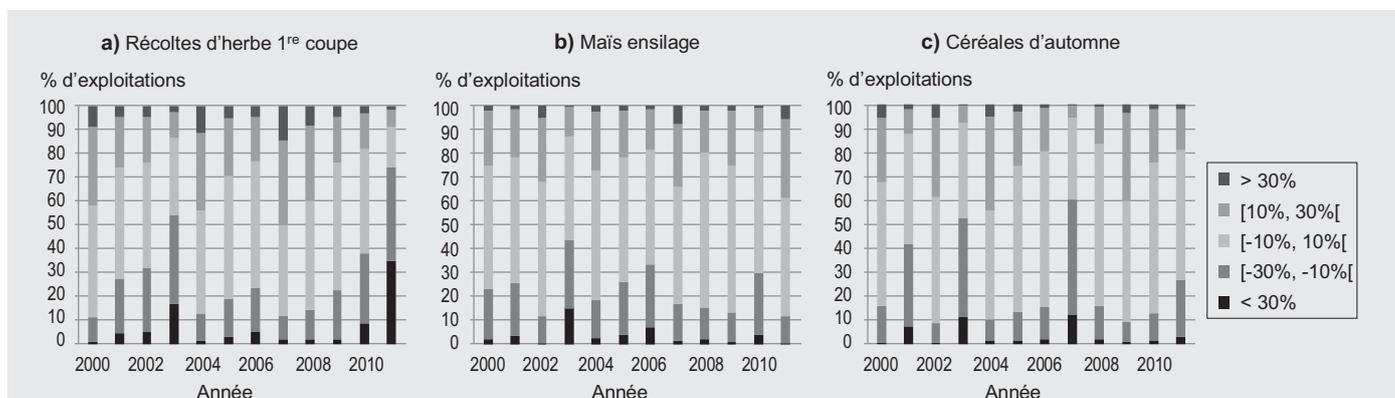


FIGURE 2 : Répartition des variations de rendements de fourrages et céréales d'automne observées en ferme par année (période 2000-2011, données Réseaux d'Elevage).

FIGURE 2 : *Distribution of variations in forage and autumn grain yields for surveyed farms per annum (2000-2011 period; data: 'Réseaux d'Elevage' network).*

Régions d'élevage	Productions	Herbe 1 ^{re} coupe		Maïs ensilage		Céréales d'automne	
		R*	CV**	R*	CV**	R*	CV**
Zones mixtes cultures et élevage		4,05	0,20	13,23	0,15	64,2	0,14
Zones de cultures fourragères (Ouest et piémonts)		4,13	0,19	12,17	0,16	56,8	0,15
Zones de grandes cultures		4,19	0,20	13,50	0,11	66,2	0,13
Zones de cultures et surfaces pastorales du Sud		3,46	0,28	12,64	0,15	42,7	0,19
Zones herbagères des Montagnes : Alpes, Pyrénées		3,28	0,21	13,19	0,11	40,9	0,18
Zones herbagères des Montagnes humides du Massif Central et de Franche-Comté		3,66	0,20	10,43	0,16	44,1	0,18
Zones herbagères Centre et Est		3,89	0,20	11,66	0,18	54,1	0,16
Zones herbagères Nord-Ouest		4,11	0,17	12,96	0,12	65,7	0,13
Ensemble des zones		3,95	0,20	12,43	0,15	57,3	0,15

* : Moyenne des rendements moyens de chaque ferme ** : Moyenne des coefficients de variation de chaque ferme

TABLEAU 3 : **Moyenne (R) et variabilité interannuelle (CV) des rendements de fourrages et céréales d'automne des fermes regroupées selon les systèmes et les régions d'élevage** (t MS/ha, période 2000-2011 ; données Réseaux d'Élevage, zonage Institut de l'Élevage).

TABLE 3 : **Average yield (R) and interannual variability (CV) of forage and autumn grains for farms grouped per system and livestock farming region** (t DM/ha, 2000-2011 period; data: 'Réseaux d'Élevage' network, zone determination: Institut de l'Élevage).

entre 3,28 t MS/ha (en zones "Herbagères des Montagnes des Alpes et des Pyrénées") et 4,19 t MS/ha (en zones de "Grandes cultures"), en raison de potentialités pédoclimatiques différentes. **La hiérarchie des rendements observée selon les productions** (Bovin lait, Bovin viande et Ovin viande), toutes exploitations confondues, se maintient globalement **quelles que soient les grandes régions d'élevage**.

En ce qui concerne les CV, la moyenne est proche de 20 % dans la plupart des grandes régions d'élevage : "Cultures fourragères", "Mixtes cultures et élevage", "Herbagères des Montagnes des Alpes et des Pyrénées", "Herbagères des Montagnes humides du Massif Central et de Franche-Comté" et "Herbagères du nord-ouest". Deux exceptions caractérisent des situations contrastées : les zones "Herbagères du nord-ouest", avec le CV moyen le plus faible (17 %), et les zones de "Cultures et surfaces pastorales du Sud", avec le CV le plus élevé (28%), dans lesquelles des rendements moyens faibles (3,46 t MS/ha) sont associés à des écarts types élevés (0,95 t MS/ha), cf. tableau 3.

• Récoltes de maïs ensilage

La moyenne des rendements de maïs ensilage varie selon les grandes régions d'élevage dans une fourchette comprise entre 10,4 t MS/ha (zones "Herbagères des Montagnes humides du Massif Central et de Franche-Comté") à 13,5 t MS/ha (zone de "Grandes cultures"). Il en est de même de la moyenne des CV qui se situe entre 11-12 % (zones de "Grandes cultures", "Herbagères du nord-ouest" et "Cultures et surfaces pastorales du Sud") et 18 % (zones "Herbagères centre et est"), cf. tableau 3.

• Récoltes de céréales d'automne

Hormis les zones "Herbagères des Montagnes des Alpes et des Pyrénées" dans lesquelles peu d'exploitations d'élevage cultivent des céréales, les rendements moyens varient dans une fourchette comprise entre 43-45 q/ha

(zones "Herbagères des Montagnes humides du Massif Central et de Franche-Comté" et "Cultures et surfaces pastorales du Sud") et 66 q/ha (zones de "Grandes cultures" et "Herbagères du nord-ouest"). Les CV sont compris, pour l'ensemble des régions, entre 13 % et 18 %, les plus faibles dans les zones de "Grandes cultures" et "Herbagères du nord-ouest", les plus élevés en zones de "Cultures et surfaces pastorales du Sud", "Herbagères des Montagnes humides du Massif Central et de Franche-Comté" et "Herbagères des Montagnes des Alpes et des Pyrénées", cf. tableau 3.

Le découpage du territoire en 8 grandes zones d'élevage permet d'expliquer entre 11 % et 16 % des écarts de variabilité interannuelle des rendements entre les exploitations (annexe 2a). C'est dans les zones de "Cultures et surfaces pastorales du sud" que les rendements des prairies et des céréales présentent le plus des « risques » (il y a peu d'exploitations avec maïs ensilage dans ces zones) et dans les zones "Herbagères du nord ouest" que les variations de rendement sont les plus faibles d'une année à l'autre.

■ Variabilité des rendements selon les régions fourragères ISOP et disparités régionales

Les mêmes indicateurs que précédemment sont analysés selon les régions ISOP. Ces dernières présentent par construction des **caractéristiques pédoclimatiques plus homogènes** que celles des grandes régions d'élevage. Même si les productions de fourrages ne sont pas indépendantes des itinéraires techniques et des choix de production que font les éleveurs, nous cherchons à mettre en évidence des différences de rendements fourragers et céréaliers et l'ampleur de la variabilité en fonction des contextes pédoclimatiques. Seuls sont présentés les résultats des régions pour lesquelles nous disposons des données d'au moins 5 exploitations et 30 années - exploitations.

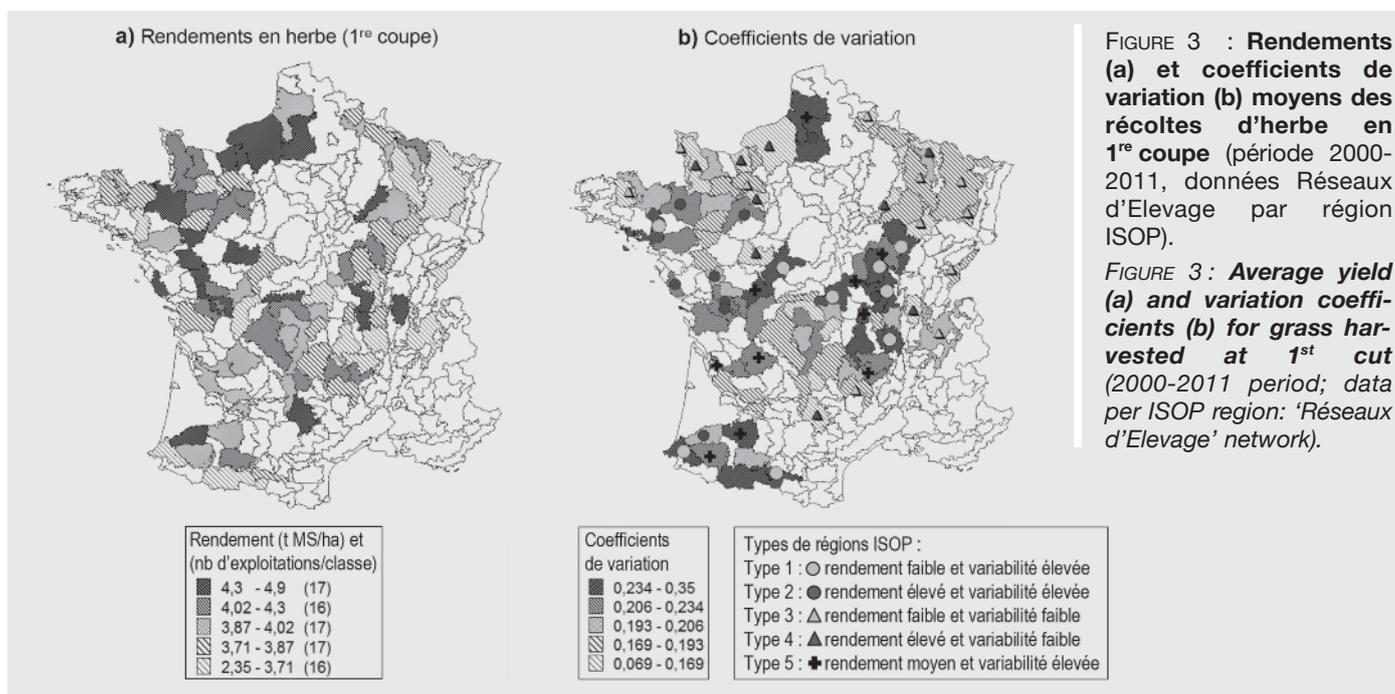


FIGURE 3 : Rendements (a) et coefficients de variation (b) moyens des récoltes d'herbe en 1^{re} coupe (période 2000-2011, données Réseaux d'Élevage par région ISOP).

FIGURE 3 : Average yield (a) and variation coefficients (b) for grass harvested at 1st cut (2000-2011 period; data per ISOP region: 'Réseaux d'Élevage' network).

• Récoltes d'herbe en 1^{re} coupe

Les données portant sur les récoltes d'herbe en 1^{re} coupe sont disponibles dans 83 régions ISOP. Le rendement moyen varie selon ces régions dans une fourchette allant de 2,35 t MS/ha (Montagne Vosgienne³ : production laitière en altitude) à 4,90 t MS/ha (Bas Bocage en Vendée : exploitations bovin viande dominantes). La moyenne des rendements moyens par région est de 3,98 t MS/ha. La figure 3a illustre les niveaux de rendement moyen des récoltes d'herbe en 1^{re} coupe selon les régions ISOP. Il ressort que l'est de la France présente plus de régions à faible rendement que l'ouest.

La figure 3b fait ressortir **trois zones de variabilité interannuelle accrue des rendements en herbe de 1^{re} coupe** : le sud-ouest de la France, l'est du Massif central et les Vosges, et la Picardie. Dans cette dernière région, où prédominent les exploitations laitières avec maïs ensilage, la variabilité des rendements est davantage à imputer aux variations des modes de récolte d'une année à l'autre. **Dans 15 % des régions, le coefficient moyen de variation interannuelle dépasse 25 %** (en schématisant, cela signifie que, pour un rendement moyen de 3,7 t MS/ha par exemple, 2 années sur 3, le rendement annuel est compris entre 2,8 et 4,6 t MS/ha et qu'une année sur six le rendement varie de plus de 25 %). Il atteint même de l'ordre de 30 % dans le Haut-Armagnac (écart type 1,37 t MS/ha) et la Montagne Bourbonnaise (écart type 1,11 t MS/ha). A l'opposé, dans 15 % des régions ISOP où les rendements sont les moins variables, le CV est inférieur à 15 % (ce qui signifie que, pour un rendement moyen de 4,1 t MS/ha par exemple, 2 années sur 3, le rendement annuel est compris entre 3,5 et 4,7 t MS/ha). C'est le cas par exemple de la plupart des

régions ISOP de Basse-Normandie et de quelques unes en Champagne-Ardenne (les écarts types sont proches de 0,6 t MS/ha).

En combinant niveau et variabilité des rendements, il ressort que **les différentes régions ISOP peuvent être regroupées en 5 grands types** mis en évidence dans la figure 3b : rendement faible et variabilité élevée (type 1), rendement élevé et variabilité élevée (type 2), rendement faible et variabilité faible (type 3), rendement élevé et variabilité faible (type 4), rendement moyen et variabilité élevée (type 5). Les types 1, 2 et 3 se situent principalement et respectivement dans les régions ISOP du Centre-est, du Centre-ouest et de l'Est, les types 4 et 5 se retrouvant au nord (4) et au sud (5) d'une ligne La Rochelle - Strasbourg.

• Récoltes de maïs ensilage

Les récoltes de maïs ensilage, non irriguées pour 91 % des exploitations de notre échantillon, concernent un nombre plus limité de régions ISOP soit 53 sur les 83 car certaines d'entre elles ne présentent pas un potentiel pédoclimatique favorable à cette culture. La moyenne des rendements moyens par région est de 12,4 t MS/ha. Sur la figure 4a, les rendements apparaissent clairement **plus élevés dans le nord-ouest de la France et dans la vallée du Rhin**. Sur l'ensemble des régions, ils varient dans une fourchette allant de 9,5 t MS/ha (Monts du Forez) à 16,1 t MS/ha (Plaine du Rhin).

La variabilité interannuelle des rendements de maïs est illustrée par la figure 4b. **Le CV dépasse 20 % dans 15 % des régions ISOP qui ont le plus souvent un rendement inférieur à 12 t MS/ha** (pour un rendement moyen de 11,0 t MS/ha, 2 années sur 3, le rendement annuel est compris entre 8,8 et 13,2 t MS/ha). Parmi ces régions, citons la Montagne Bourbonnaise et la Sologne Bourbonnaise qui sont des zones d'élevage de bovin allaitant, les régions des Brandes (Poitou-Charentes), la Vallée

3 : La région ISOP est ici désignée par le nom de la PRA (Petite Région Agricole) la plus représentée au sein de chaque région ISOP (<http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/definitions/zonages/>)

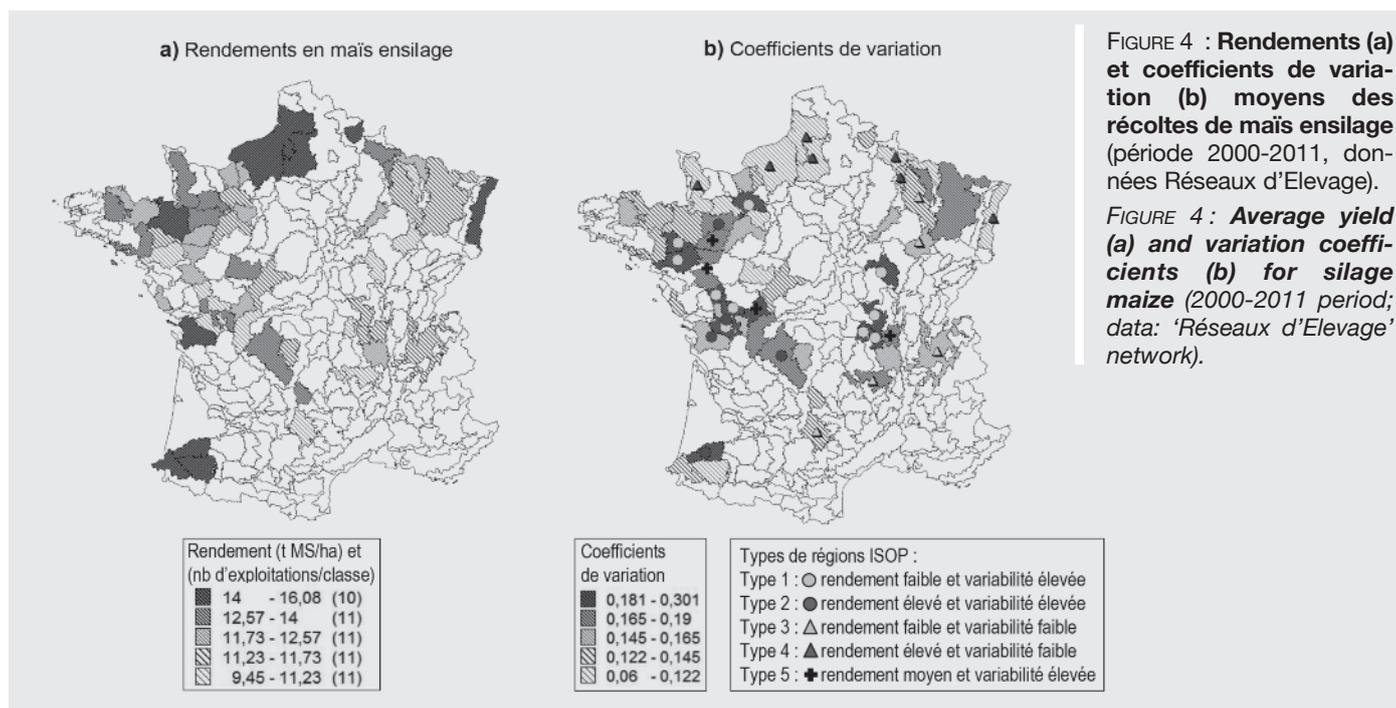


FIGURE 4 : Rendements (a) et coefficients de variation (b) moyens des récoltes de maïs ensilage (période 2000-2011, données Réseaux d'Élevage).
 FIGURE 4 : Average yield (a) and variation coefficients (b) for silage maize (2000-2011 period; data: 'Réseaux d'Élevage' network).

de la Sarthe et la région mancelle (Pays de la Loire). A l'opposé, **dans 15 % des régions ISOP, le CV est inférieur à 11 %** (pour un rendement moyen de 14,2 t MS/ha, 2 années sur 3, le rendement annuel est compris entre 12,6 et 15,8 t MS/ha). Ces situations se rencontrent notamment en Haute et Basse-Normandie, en Picardie et dans la plaine du Rhin.

Comme pour les récoltes d'herbe 1^{re} coupe, en combinant niveau et variabilité des rendements de maïs ensilage, les différentes régions ISOP peuvent être regroupées en 5 grands types (cf. figure 4b). Les types 1 (rendement faible et variabilité élevée) et 2 (rendement élevé et variabilité élevée) sont très présents dans les régions ISOP du Centre-ouest. A l'opposé, le type 4 (ren-

dement élevé et variabilité faible) concerne des régions ISOP du Nord, du Nord-Ouest et de l'Alsace.

• Récoltes de céréales d'automne

Les données portant sur les récoltes de céréales d'automne sont disponibles dans 68 régions ISOP. Pour un rendement moyen de 57,7 q/ha, la fourchette des rendements s'établit de 38,0 q/ha (Margeride) à plus du double (84,7 q/ha en Pays de Bray, Pays de Caux). Les rendements sont globalement plus élevés dans le tiers nord de la France.

La figure 5b illustre les coefficients de variation observés pour l'échantillon des Réseaux d'Élevage selon

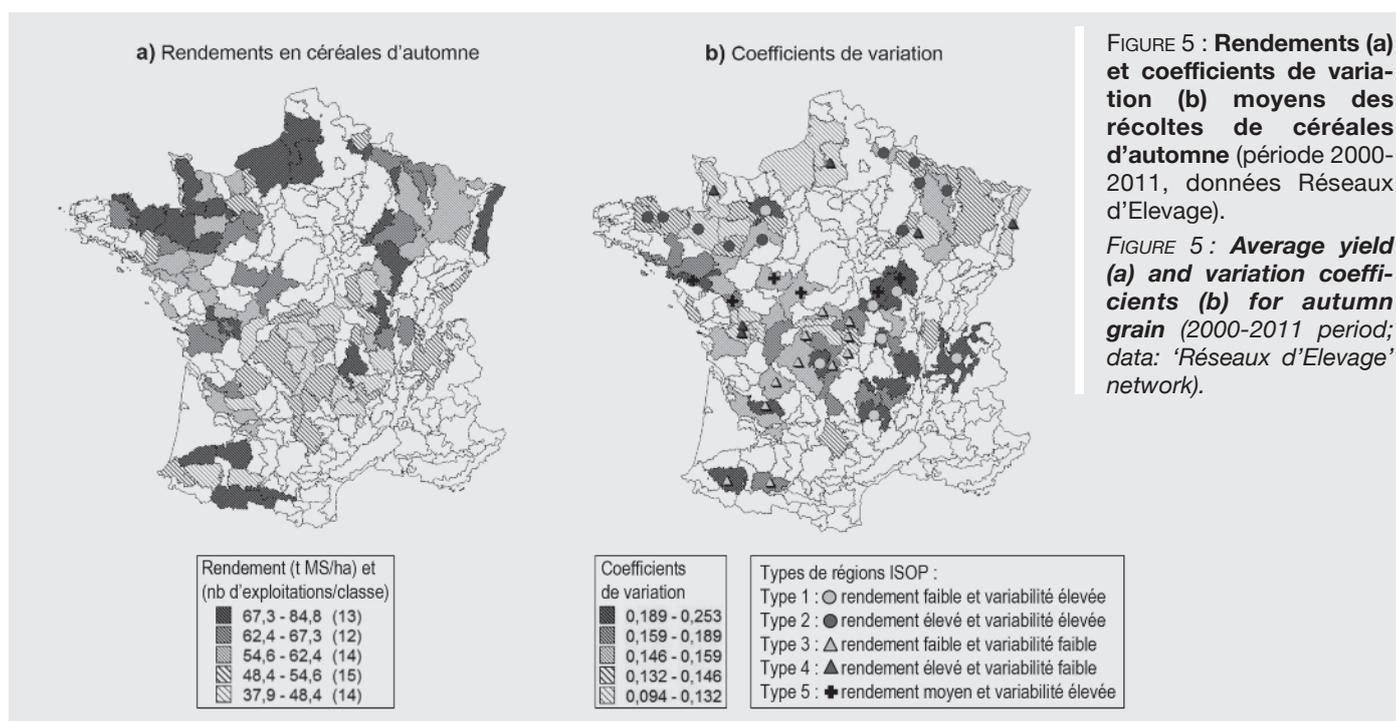


FIGURE 5 : Rendements (a) et coefficients de variation (b) moyens des récoltes de céréales d'automne (période 2000-2011, données Réseaux d'Élevage).
 FIGURE 5 : Average yield (a) and variation coefficients (b) for autumn grain (2000-2011 period; data: 'Réseaux d'Élevage' network).

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	CV R*	CV F<-20**	Nb obs.
Basse Normandie	R	- 2	- 7	- 6	0	9	2	- 3	12	- 6	4	- 2	- 9	13%*		154
	F<-20	0	17	9	7	0	0	0	0	7	0	15	15		5%**	
Nivernais central	R	9	1	- 11	- 20	+25	1	5	17	3	1	0	- 37	20%		159
	F<-20	0	0	17	44	0	11	0	0	13	0	0	89		13%	
Plateau lorrain	R	4	- 7	0	- 21	17	9	2	7	- 1	2	1	- 21	18%		362
	F<-20	11	12	4	54	0	3	11	3	12	3	11	59		14%	
Confolentais	R	13	- 10	11	0	- 2	1	- 6	10	8	2	- 13	- 26	23%		301
	F<-20	4	28	4	19	25	10	23	12	0	4	35	65		18%	
Limousin	R	4	- 1	6	- 3	2	- 1	- 3	15	6	6	- 6	- 29	17%		232
	F<-20	0	6	0	14	5	4	4	0	0	0	11	75		9%	
Châtaigneraie	R	7	8	2	- 23	5	2	- 4	6	10	0	2	- 26	15%		154
	F<-20	0	0	0	62	6	0	13	0	0	0	0	56		10%	

Valeurs en gras : valeurs au-delà de ± 20 %

* Coefficient de variation de l'ensemble des variations annuelles des rendements d'herbe 1^{re} coupe, toutes exploitations confondues

** Coefficient de variation des fréquences annuelles des rendements d'herbe 1^{re} coupe < 20 %, toutes exploitations et années confondues

TABLEAU 4 : Variations moyennes des rendements d'herbe en 1^{re} coupe (R, %) et fréquences des rendements inférieurs à -20 % (F<-20, %) par année pour 6 régions ISOP (période 2000-2011, données Réseaux d'Élevage).

TABLE 4 : Average variation in grass yield at 1st cut (R, %) and rate of yields below 20% (F<-20, %) per year for 6 ISOP region (2000-2011 period; data: 'Réseaux d'Élevage' network).

les régions ISOP. La production de céréales présente **globalement des rendements plus variables au sud d'une diagonale** partant environ de **Biarritz** et allant à **Dijon** (figure 5a). Dans 15 % des régions ISOP, le CV dépasse 20 % (ce qui signifie que pour un rendement moyen de 45 q/ha, 2 années sur 3, le rendement annuel est compris entre 36 et 54 q/ha). C'est le cas par exemple des régions d'Entre Loire et Allier, et de la Margeride. A l'opposé, dans 15 % des régions ISOP, le CV est inférieur à 13 % (pour un rendement moyen de 66 q/ha, 2 années sur 3, le rendement annuel est compris entre 57,4 et 74,6 q/ha). Parmi ces régions, citons le Bocage de Coustances et de Saint-Lô, et la Plaine du Rhin.

Quant aux combinaisons entre niveau et variabilité des rendements de céréales d'automne (figure 5b), il ressort que **les différentes régions ISOP du quart sud-est de la France se caractérisent par un rendement faible et une variabilité élevée** (type 1). Celles du quart sud-

ouest sont de type 3 (rendement faible et variabilité faible). Les types 2, 4 et 5 se répartissant très majoritairement dans les différentes régions ISOP situées au nord de la Loire.

Le zonage ISOP permet d'expliquer de 24 (pour les céréales) à 36 % des écarts de variabilité interannuelle mesurés entre les exploitations d'élevage (annexe 2b). **Le découpage ISOP, plus fin et plus discriminant, paraît plus pertinent que le zonage par région d'élevage pour traiter de la variabilité des productions fourragères** bien qu'il implique de considérer un plus grand nombre d'entités géographiques. Ces régions présentent en effet, par construction et grâce à la finesse du maillage, des caractéristiques pédoclimatiques plus homogènes que celles des grandes régions d'élevage. Soulignons une convergence avec le zonage en régions d'élevage : les meilleurs potentiels de rendement et la moindre variabilité sont observés dans le nord-ouest.

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	CV R*	CV F<-20**	Nb obs.
Basse Normandie	R	- 6	- 3	- 4	1	0	5	3	- 10	- 5	4	0	9	8%		131
	F<-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0%	
Plateau lorrain	R	3	- 18	1	- 15	2	6	- 12	4	3	13	- 6	16	14%		229
	F<-20	8	29	0	28	6	4	25	0	5	0	25	0		10%	
Limousin	R	- 13	2	5	- 18	10	- 7	- 6	5	3	9	7	8	9%		138
	F<-20	38	0	0	29	23	14	7	0	0	0	0	0		9%	
Châtaigneraie	R	- 1	6	5	- 29	- 8	- 3	11	2	- 1	5	- 1	6	10%		107
	F<-20	0	0	13	83	30	0	0	0	0	0	13	0		9%	

Valeurs en gras : valeurs au-delà de ± 20 %

* Coefficient de variation de l'ensemble des variations annuelles des rendements de maïs ensilage, toutes exploitations confondues

** Coefficient de variation des fréquences annuelles des rendements de maïs ensilage < 20 %, toutes exploitations et années confondues

TABLEAU 5 : Variations moyennes des rendements de maïs ensilage (R, %) et fréquences des rendements inférieurs à -20 % (F<-20, %) par année pour 6 régions ISOP (période 2000-2011, données Réseaux d'Élevage).

TABLE 5 : Average variation in silage maize (R, %) and rate of yields below 20% (F<-20, %) per year for 6 ISOP region (2000-2011 period; data: 'Réseaux d'Élevage' network).

• Illustrations, par région fourragère, de la diversité des distributions des variations de rendements fourragers

Les tableaux 4 et 5 présentent les variations inter-annuelles moyennes des rendements d'herbe en 1^{re} coupe et de maïs ensilage ainsi que la part des exploitations ayant eu des baisses de rendement significatives par année **pour respectivement 6 et 4 régions ISOP particulières**. Ces régions ont été choisies pour illustrer la diversité des caractéristiques de rendement (niveau et variabilité) : la Basse-Normandie (région ISOP 2505), le Limousin (7402) et la Châtaigneraie (8315) sont caractérisées par des rendements des prairies et du maïs ensilage élevés et peu variables ; le Plateau Lorrain (4101), la Bourgogne (2608) et le Confolentais (5401) présentent des rendements plutôt faibles et variables ; peu d'éleveurs cultivent du maïs dans ces deux dernières régions.

Pour une année donnée, il ressort que **les variations de rendements sont inégales entre les régions mais aussi entre les productions**. Par exemple, en 2003 (année marquée, comme 2011, par les plus mauvais rendements d'herbe en 1^{re} coupe), les régions de Basse Normandie, du Confolentais et, à un degré moindre, le Limousin, ont été peu affectées par l'aléa de sécheresse contrairement aux régions du Nivernais central, du Plateau Lorrain et de la Châtaigneraie.

Enfin, **les variations de rendements du maïs ensilage et de l'herbe récoltée en 1^{re} coupe paraissent peu liées**, exception faite de l'année 2003. C'est illustré en particulier par les rendements les plus défavorables relevés dans les régions de la Châtaigneraie et du Plateau Lorrain : ceux de la 1^{re} coupe d'herbe sont observés en 2003, 2011 et 2006, alors que ceux du maïs ensilage le sont en 2003 et 2004 pour la Châtaigneraie, et en 2001, 2003 et 2006 pour le Plateau Lorrain.

Ces différences, entre régions, de variations de rendements et de fréquence des situations d'exploitations avec des rendements inférieurs à 20 %, sont vraisemblablement à mettre en relation avec des niveaux d'aléas climatiques annuels qui diffèrent plus ou moins d'une région à l'autre, voire avec l'hétérogénéité des sols et des précipitations au sein d'une même région et à la diversité des conduites techniques entre exploitations.

3. Discussion et conclusion

Cette étude permet, à partir de plus de 8 000 observations dans les fermes du dispositif des Réseaux d'Élevage, de caractériser les niveaux et la distribution des rendements des récoltes d'herbe, de maïs ensilage et de céréales d'automne, et de les comparer entre les régions.

Les variations interannuelles de rendements des fourrages étudiés (qui suivent une loi normale) sont plus importantes pour les rendements d'herbe que pour les rendements en céréales et maïs ensilage. Les coefficients

de variation moyens sont de l'ordre de 15 % pour le maïs ensilage et les céréales, 20 % pour les 1^{re} coupes d'herbe et 30 % pour les 2^e coupes. Ces écarts sont en partie dus aux potentiels des surfaces attribuées à ces cultures. Le maïs ensilage est plus fréquent dans les régions avec des sols à bonne réserve utile et à pluviométrie estivale plus élevée (ou avec irrigation pour une part de ces surfaces) ; l'herbe, qui a un rendement moindre et nécessite donc des surfaces plus importantes pour obtenir les mêmes quantités de fourrages, est présente dans davantage de régions et occupe en partie des surfaces ayant des potentialités plus faibles. Il faudrait cependant pouvoir estimer la quantité d'herbe produite sur l'année par la prairie afin de tester si la variabilité de la production globale de la prairie est amplifiée en tenant compte des aléas cumulés sur l'ensemble de l'année. De même, seul le critère de la quantité est analysé ici ; il faudrait **intégrer la qualité nutritionnelle des productions** qui varie également selon les conditions de végétation, notamment pour le maïs ensilage.

La distribution des rendements diffère entre régions. Ainsi, le découpage du territoire français en régions pour **l'indicateur ISOP permet d'expliquer près de 30 % des écarts de la variabilité interannuelle observée dans les fermes**. Parmi les régions ISOP, les coefficients de variation des rendements des récoltes d'herbe en 1^{re} coupe varient de 7 à 35 %, de 6 à 30 % pour le maïs ensilage et de 9 à 25 % pour les céréales d'automne. On distingue ainsi **différents types de régions caractérisés par les niveaux et les variabilités des rendements** : les régions les plus contrastées présentent, d'une part, des rendements élevés et une variabilité faible et, d'autre part, des rendements faibles et une variabilité élevée. Des analyses plus approfondies des systèmes seraient nécessaires afin de déterminer comment les éleveurs tiennent compte de ces caractéristiques pour définir des systèmes de production résilients. On peut aussi s'interroger sur les autres facteurs explicatifs de l'hétérogénéité de la variabilité interannuelle entre individus. Certains facteurs sont vraisemblablement en rapport avec la diversité des productions animales et des systèmes dont, par exemple, les exigences de régularité, de compromis qualité/quantité, voire de cahier des charges, sont différentes. D'autres ont trait aux pratiques mises en œuvre (fertilisation, mode de récolte des prairies, variétés, chargement, etc.) et les leviers mobilisés pour s'ajuster aux conditions climatiques (années en cours et arrière-effets de l'année précédente) influent aussi sur cette variabilité.

Face au changement climatique annoncé, il est important de mieux connaître les variabilités des productions fourragères et leurs conséquences sur les conduites techniques et les résultats économiques des exploitations en fonction des caractéristiques des systèmes d'exploitation et des contextes pédoclimatiques. Il serait aussi nécessaire d'étudier davantage les années où les rendements sont particulièrement défavorables dans la mesure où ce sont ces années et leur fréquence qui peuvent poser problème (MOSNIER *et al.*, 2010 et 2013). La variabilité interannuelle des fourrages devant s'amplifier avec le changement climatique, le maintien d'un dispositif

pérenne permettant de suivre les variations de rendement des récoltes dans les fermes d'élevage sur de longues périodes, mais aussi les changements éventuels des conduites et des orientations des systèmes, paraît plus que jamais d'actualité. Toutes ces connaissances, ainsi que des études prospectives à partir de modélisations et de simulations, seront utiles aux réflexions et aux travaux portant sur la sécurisation et les adaptations futures des systèmes d'élevage.

Intervention présentée aux Journées de l'A.F.P.F.,
"Le changement climatique : incertitudes et opportunités
pour les prairies et les systèmes fourragers",
les 26-27 mars 2013.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- DEVUN J., LEGARTO J. (2011) : "Fourrages conservés et modes de récolte : la situation selon les systèmes d'élevage en France", *Fourrages*, 206, 91-106.
- HENTGEN A. (1982) : "Une méthode pour améliorer la connaissance de la production disponible des surfaces herbagères au niveau national", *Fourrages*, 92, 15-49.
- HUYGHE C., BOURNOVILLE R., COUPEAUDIER Y., DURU M., GENSOLLEN V., LHERM M., PEYRAUD J.L. (2005) : *Prairies et cultures fourragères en France entre logique de production et enjeux territoriaux*, INRA éd., Paris, 202 p.
- LELIEVRE F., SALA S., RUGET F., VOLAIRE F. (2011) : *Evolution climatique du Sud de la France 1950-2009*, Projet CLIMFOUREL PSDR-3, Régions Languedoc-Roussillon, Midi-Pyrénées, Rhône-Alpes, Série Les Focus PSDR-3.
- LEMAIRE G., DELABY L., FIORELLI J.L., MICOL D. (2006) : "Systèmes fourragers et élevage", *Rapport d'Expertise INRA, Sécheresse et agriculture : réduire la vulnérabilité de l'agriculture à un risque accru de manque d'eau*, 312-322.
- MOSNIER C., AGABRIEL J., VEYSSET P., BÉBIN D., LHERM M. (2010) : "Évolution et sensibilité aux aléas des résultats technico-économiques des exploitations de bovins allaitants selon les profils de production : analyse d'un panel de 55 exploitations du bassin allaitant Charolais de 1987 à 2007", *INRA Productions Animales*, 23 (1), 91-102.
- MOSNIER C., BOUTRY A., LHERM M., DEVUN J. (2013) : "Sensibilité des élevages bovins et ovins viande aux aléas selon la place des prairies dans les systèmes fourragers", *Fourrages*, 213, 11-20.
- PFLIMLIN A. (1998) : "Risques climatiques et sécurités fourragères selon les régions d'élevage. Cas de la sécheresse", *Fourrages*, 156, 541-555.
- ROUQUETTE J.L., PFLIMLIN A. (1995) : "Les grandes régions d'élevage : proposition de zonage pour la France", *Symp. Int. sur la nutrition des herbivores*, INRA, Clermont-Ferrand, sept. 1995.
- RUGET F., NOVAK S., GRANGER S. (2006) : "Du modèle STICS au modèle ISOP pour estimer la production fourragère. Adaptation à la prairie, application spatialisée", *Fourrages*, 186, 241-256.
- SOUBEYROUX J.M., VIDAL J.-P., NAJAC J., KITOVA N., BLANCHARD M., DANDIN P., MARTIN E., PAGE C., HABETS F. (2011) : *Impact du changement climatique en France sur la sécheresse et l'eau du sol*, Rapport final du projet CLIMSEC.
- SOUVERAIN F., LE BAS C., RUGET F., CASSAGNE J.P. (2010) : *Guide d'utilisation d'ISOP Version 3*, 23 p.

- Récoltes de foin en 1^{re} coupe

Toutes exploitations confondues, le rendement moyen des récoltes de foin en 1^{re} coupe s'établit à 3,88 t MS/ha (1 134 exploitations et 8 341 exploitations - années). Comme pour les rendements d'herbe récoltée (tous modes de récolte confondus), les rendements en systèmes Ovin viande et Bovin lait (respectivement de 3,57 et 3,85 t MS/ha) sont inférieurs de 0,2 à 0,4 t MS comparativement aux systèmes Bovin viande (4,02 t MS/ha). L'écart type de ces rendements moyens par filière se situe entre 0,66 et 0,79 t MS/ha.

- Récoltes d'ensilage d'herbe en 1^{re} coupe

La moyenne des rendements des récoltes d'ensilage d'herbe en 1^{re} coupe, toutes exploitations confondues, s'établit à 4,38 t MS/ha avec un écart type des moyennes de 0,98 t MS/ha (448 exploitations et 3 339 exploitations - années). Ces résultats diffèrent selon les filières, en raison d'exigences de qualité et de quantité différentes : les rendements dans les élevages Bovin lait et Ovin viande (respectivement de 3,90 et 4,28 t MS/ha) sont inférieurs de 0,6 à 1,0 t MS à ceux des élevages Bovin viande (4,94 t MS/ha). L'écart type de ces rendements moyens par filière se situe entre 0,73 et 0,88 t MS/ha.

- Récoltes d'enrubannage en 1^{re} coupe

La moyenne des rendements des récoltes d'enrubannage en 1^{re} coupe, technique plus spécifique des exploitations des zones herbagères et de montagne, s'établit à 3,97 t MS/ha avec un écart type des moyennes de 0,88 t MS/ha (293 exploitations et 2 237 exploitations - années). Cette moyenne est plus faible chez les éleveurs Bovin lait (3,55 t MS/ha) que chez les éleveurs Ovin viande et Bovin viande (4,1 t MS/ha env.). L'écart type de ces rendements moyens par filière se situe entre 0,77 et 0,87 t MS/ha.

ANNEXE 1 : Détail des rendements des récoltes d'herbe en 1^{re} coupe selon les modes de récolte.

APPENDIX 1 : Detail of grass yield at harvest at 1st cut based on harvest method.

Rendements	Nb obs.	Variance entre régions	Variance totale	R ² (%)
a) Variations par région d'élevage				
Herbe 1 ^{re} coupe	8 444	0,0010	0,0077	13
Herbe 2 ^e coupe	4 542	0,0032	0,0206	16
Maïs ensilage	4 096	0,0007	0,0062	12
Céréales d'automne	6 200	0,0005	0,0051	11
b) Variations par région ISOP				
Herbe 1 ^{re} coupe	7 190	0,0021	0,0073	28
Herbe 2 ^e coupe	5 434	0,0056	0,0197	29
Maïs ensilage	5 451	0,0021	0,0057	36
Céréales d'automne	6 330	0,0012	0,0050	24

ANNEXE 2 : Variabilité des coefficients de variation interannuelle des rendements expliquée a) par les régions d'élevage (Institut de l'Elevage), b) par les régions ISOP (période 2000-2011, données Réseaux d'Elevage).

APPENDIX 2 : Variability of interannual variation coefficients for yield based a) on livestock farming region (Institut de l'Elevage), b) on ISOP region (2000-2011 period; data: 'Réseaux d'Elevage' network).



Association Française pour la Production Fourragère

La revue *Fourrages*

est éditée par l'Association Française pour la Production Fourragère

www.afpf-asso.org



AFPF – Centre Inra – Bât 9 – RD 10 – 78026 Versailles Cedex – France

Tél. : +33.01.30.21.99.59 – Fax : +33.01.30.83.34.49 – Mail : afpf.versailles@gmail.com

Association Française pour la Production Fourragère