

## **Fertilisation phosphatée et potassique des parcelles en rotations betteravières.**

*Rémy DUVAL, Institut Technique de la Betterave (ITB)*

### **A) Introduction :**

L'apport de conseils aux agriculteurs, quel que soit le domaine technique considéré, est une activité complexe et pluridisciplinaire : Etablissement de références préalables, validation de références dans des contextes variés, construction d'outils, paramétrages d'outils, choix de modes de diffusion du conseil... C'est très souvent une activité à "sens unique", où l'acte du conseil n'intègre pas de retour quant à la mise en application du conseil et à ses résultats. Il est alors difficile d'établir avec exactitude l'impact des conseils sur les pratiques. On sait que très souvent, le choix de l'agriculteur in fine dépend de paramètres variés, et pas uniquement du conseil prodigué. Il peut émaner d'un recoupement de plusieurs conseils de sources différentes, il peut être réévalué à l'aune des dépenses financières engendrées, il peut aussi être l'objet d'une réinterprétation par l'agriculteur. Aussi l'analyse en retour de la mise en application des conseils peut elle être aussi complexe que l'établissement du conseil. C'est particulièrement vrai dans le domaine de la fertilisation phosphatée et potassique, où les modes de diffusion de conseil sont diversifiés et où les fluctuations de prix à la fois des matières fertilisantes et des productions interfèrent beaucoup avec les règles agronomiques dans les décisions des exploitants. On sait que les volumes d'engrais P et K commercialisés ont présenté plusieurs périodes de diminution après les années 1990, puis une nouvelle période baissière entre 1995 et 2000 (1), situation relativement stabilisée ensuite, mais on connaît mal l'évolution des pratiques dans les détails des cultures ou des systèmes, des zones géographiques, des choix des exploitants. Pour la culture de betterave sucrière, l'effet prix des engrais peut s'être doublé d'une évolution importante du cadre économique de la production, qui a vu le quota national (droit à produire) amputé de 10%, son prix minimum garanti diminué progressivement de -39 % entre 2006 et 2012 (2). Cette réforme du règlement sucre européen a de plus stoppé les productions hors quota vouées à l'exportation. Ce contexte défavorable est susceptible de faire changer les pratiques de fertilisation sur la culture, et plus largement à l'échelle des rotations dans lesquelles elle peut peser sur le régime des apports. Or la betterave sucrière est incluse dans des successions qui peuvent être fortes exportatrices, en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mais surtout en K<sub>2</sub>O, son caractère exigeant la met au premier plan vis-à-vis du risque de pertes de rendement en cas de carences, et elle est souvent incluse dans des successions de plusieurs cultures exigeantes. L'analyse détaillée des évolutions des pratiques mérite donc une attention particulière dans les successions culturales concernées. L'augmentation très nette de la fréquence des colzas est un autre paramètre qui caractérise l'évolution des systèmes betteraviers dans la dernière décennie (3).

Depuis les années 2000, l'ITB conduit un travail d'enquêtes auprès des agriculteurs betteraviers, pour recueillir de manière détaillée l'ensemble des interventions culturales, depuis la récolte du précédent jusqu'au chargement du silo de betteraves vers l'usine. Cette enquête est réalisée par voie postale, elle est annuelle et son questionnaire est circonscrit à cette période, même si des informations plus générales sur l'exploitation la complètent, surfaces, main d'œuvre, assolement, présence éventuelle

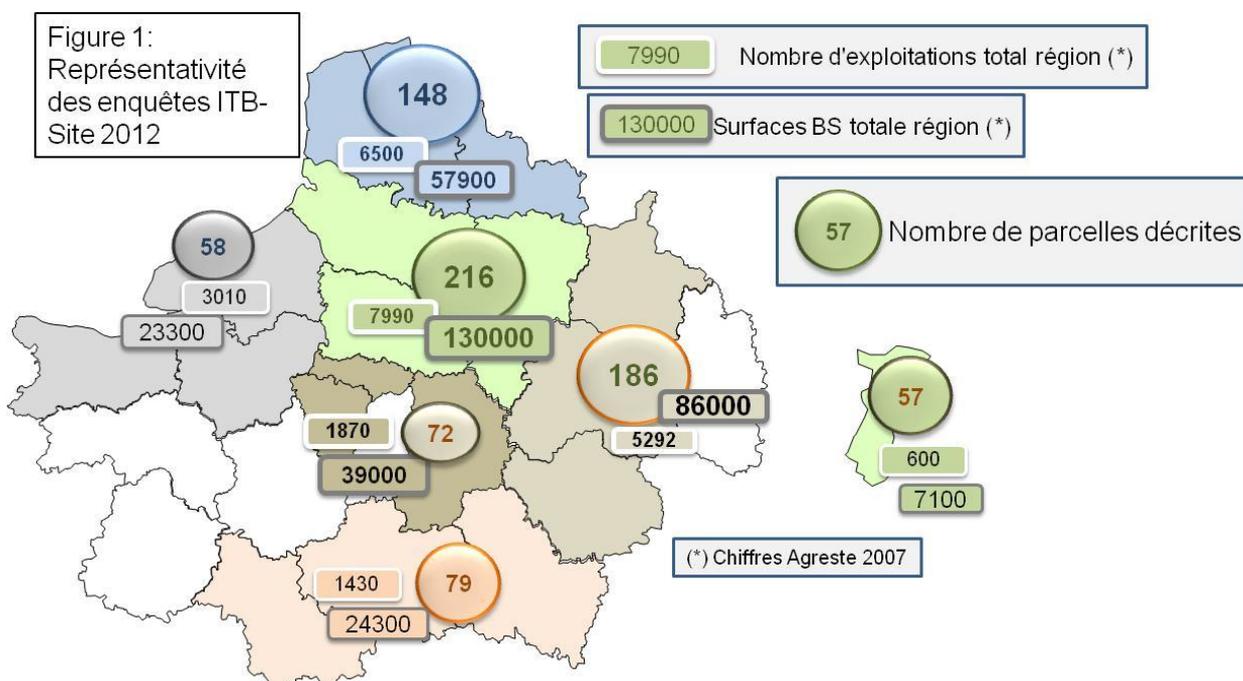
d'un atelier d'élevage. La seule information de la dose de P ou de K assimilables apportée l'année n sur la culture de betterave est une donnée isolée qui ne permet pas de représenter la conduite de la fertilisation de la parcelle. Des données à l'échelle de la succession de culture sont nécessaires, d'autant plus si l'on veut être capable de recalculer des doses a posteriori et les comparer aux doses réellement pratiquées. En 2012, le questionnaire d'enquête ITB Site a été complété avec l'objectif de mieux cerner:

- Les grandes tendances de conduite des fertilisations P,K des parcelles betteravières
- La place de la betterave dans la conduite de la fertilisation P et K.
- La place des produits organiques dans la fertilisation.
- La qualité de raisonnement et d'ajustement des doses d'engrais minéraux et organiques épandus sur les parcelles.

## **B) L'enquête ITB Site et le questionnaire fertilisation 2012 :**

### B-1) Principe général de l'enquête :

Le format habituel de l'enquête Site est un double feuillet recto-verso (4 pages, format papier A4), qui est envoyé à environ 2500 agriculteurs betteraviers tous les ans. Les agriculteurs destinataires sont issus de deux fichiers distincts. Le premier représente l'ensemble des agriculteurs qui ont répondu à l'enquête l'année précédente (ce qui permet de fidéliser un groupe d'agriculteurs indéfectibles). Le second est le fichier des agriculteurs betteraviers géré par la CGB (Confédération Générale des planteurs de Betteraves), dans lequel 2000 exploitations sont tirées au sort afin de renouveler l'échantillon tous les ans, en respectant la représentativité avec un tirage aléatoire. L'enquête représente ainsi toutes les régions betteravières, c'est-à-dire les régions nord Loire, Lorraine et Bretagne exceptées, incluant l'Alsace, et auquel s'ajoute la région Auvergne (Limagnes) (les données correspondantes ont été groupées avec la région Beauce). La réponse aux enquêtes ITB reste volontaire et ne fait l'objet d'aucune contrepartie. On peut considérer qu'elle demande un investissement d'une heure environ pour son format habituel, et sans doute 1h30 à 2 h dans son



format 2012, qui représentait 6 pages de renseignements. L'unité enquêtée est la parcelle, avec la liberté de répondre parcelle par parcelle ou par îlots culturaux. Les enquêtes, auparavant saisies dans des tables Paradox, sont aujourd'hui saisies dans un logiciel interne ITB Questor. La réponse étant volontaire, il est nécessaire de s'assurer que l'ensemble des questionnaires retournés recouvre un ensemble d'exploitations représentatif de la diversité des exploitations betteravières dans les différentes régions. Le nombre d'enquêtes réceptionnées, entre 550 et 650, correspond à 3.5 % des exploitations betteravières. Le nombre de parcelles représentées varie de 1100 à 1300 selon les années. En comparant l'échantillon obtenu par l'enquête avec les données du recensement agricole (données Agreste 2007) (8), on constate que les plus petites exploitations, celles de surface betteravière inférieure à 10 ha, sont sous représentées dans l'enquête, au profit des exploitations de surface betteravière moyenne, lesquelles sont de fait sensiblement surreprésentées. Les exploitations de surface betteravière plus importante, c'est-à-dire supérieures à 20ha, n'apparaissent pas sur représentées, sauf en Picardie. Ce défaut de représentativité sera évalué quant à ses conséquences éventuelles sur les résultats d'analyse des pratiques.

#### B-2) Complément au questionnaire 2012 :

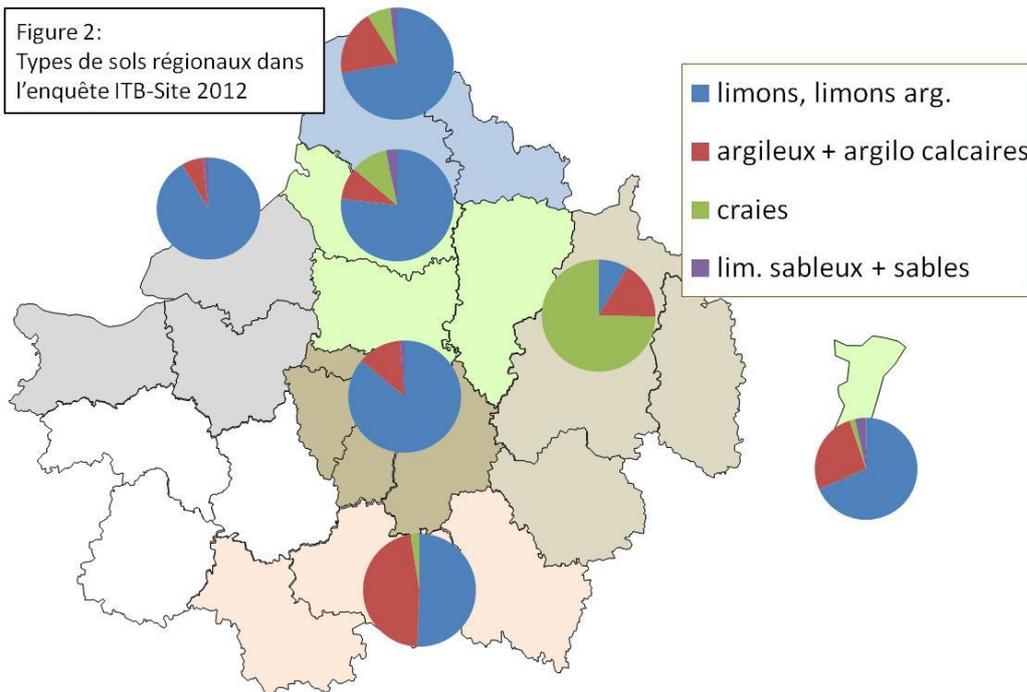
Le questionnaire 2012 a été complété pour permettre une reconstruction de l'ensemble de la conduite de la fertilisation des années (n-2), (n-1), (n) (= betterave 2012), et (n+1). Les données de fertilisation, apports d'engrais et/ou fertilisants organiques, dates et doses, étaient indiquées librement par l'exploitant, sans liste d'engrais ou de fertilisant prédéfinie. La saisie est ensuite faite sur la base de dictionnaires prédéfinis, qui sont complétés au fur et à mesure de l'avancement des saisies. Le questionnaire permettait d'entrer indifféremment soit des engrais sous leur dénomination commerciale ou générique, soit directement des quantités de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ou K<sub>2</sub>O en kg/ha. Pour chaque parcelle renseignée, la teneur analytique était demandée, si disponible, ainsi que le type de sol de la parcelle. La fertilisation de la culture (n+1) était demandée, mais n'a souvent pas été indiquée, vraisemblablement non définie au jour de l'enquête, même si la culture prévue l'était très souvent. Afin de ne pas alourdir le questionnaire, le choix initial avait été de ne pas demander d'informations de rendements des cultures des années considérées. Les rendements appliqués à chaque culture sont les rendements moyens départementaux ou régionaux de l'année considérée (4).

#### B-3) procédure de relectures et tris :

Après saisie et avant exploitation, l'ensemble des enquêtes a fait l'objet d'une relecture individuelle afin de détecter les erreurs de saisie, les incohérences ou erreurs d'indications portées sur l'enquête, erreurs dans les unités de mesures, et pour compléter les dictionnaires en listant l'ensemble des engrais et fertilisants organiques appliqués, ainsi que l'ensemble des cultures présentes dans les successions. Un nombre important d'enquêtes incomplètes a été mis à l'écart dès la première phase d'exportation des données avant analyse, car jugées insuffisamment décrites pour le travail prévu. Les caractéristiques manquantes étaient le plus souvent le renseignement complet des fertilisations des cultures (n-2) et (n-1). Dans d'autres cas, les données n'étaient pas disponibles pour des parcelles récemment reprises par l'agriculteur. Cette première phase de tri a conduit à l'élimination de 360 parcelles sur les 1178 contenues dans la base. Pour toutes les parcelles suffisamment renseignées, les calculs de doses en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et K<sub>2</sub>O étaient établis pour la culture de betterave et pour la culture suivante, en application de la méthode Comifer, et avec les paramétrages et grilles de calculs mis à jour en 2009 (5, 6, 7). Ces calculs de doses a posteriori ont été possibles sur environ la moitié des enquêtes issues de la première phase de tri, soit 415 parcelles complètement renseignées.

## **C) Description des données recueillies, représentativité, méthode d'analyse :**

### C-1) L'échantillon des enquêtes 2012 :



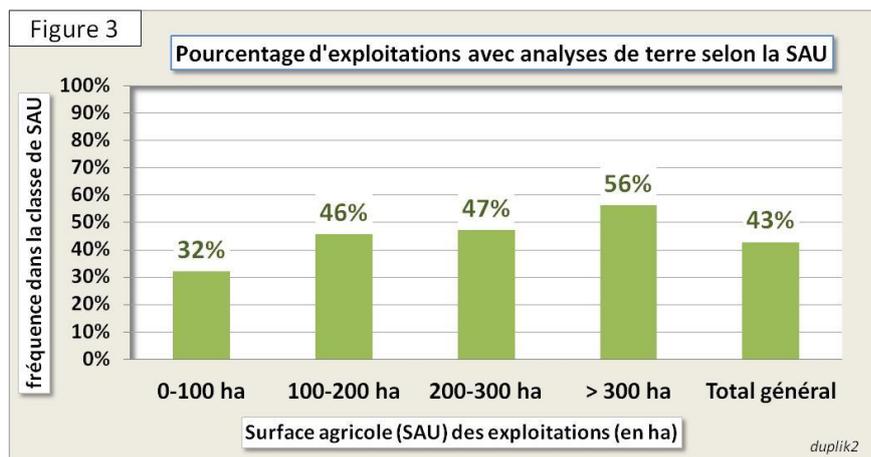
L'échantillon obtenu est dépendant du bon vouloir des agriculteurs qui reçoivent le questionnaire. Les nombres de réponses obtenus par régions restent cependant assez bien corrélés avec les nombres d'exploitations betteravières répertoriées dans les données de recensement 2007 (8). Si on prend comme référence la représentation moyenne de l'enquête (nombre total d'enquêtes rapporté au nombre total d'exploitations), on constate que les régions Champagne et surtout Beauce et Alsace sont sur représentées, la région Nord Pas-de-Calais étant plutôt sous représentée (figure 1). Si l'on prend en considération la représentation de l'enquête en regard des surfaces de betteraves des régions, l'ensemble des régions paraît mieux représenté, et c'est la Picardie qui peut être considérée comme légèrement sous représentée. En représentativité des types de sols, on retrouve dans chaque région la gamme des types de sols les plus fréquents (figure 2). En sélectionnant les parcelles complètement renseignées, la représentation régionale reste quasiment inchangée, ce qui indique que le recours à l'analyse pour la conduite de la fertilisation est assez uniformément réparti. Seule la région Nord Pas de Calais apparaît moins représentée après cette sélection ; une explication peut être pour cette région un parcellaire morcelé et des parcelles plus nombreuses et plus petites que dans les autres régions.

### C-2) Qualité de la représentation des exploitations betteravières :

Le procédé d'enquête tend à défavoriser la représentation des exploitations de faible surface betteravière, quelle que soit la région, et à augmenter celle des surfaces moyennes, entre 10 et 20 ha. La comparaison des exploitations sur ce critère de surface en betteraves montre que les exploitations de faible surface en betteraves conduisent plus fréquemment leur fertilisation sans analyse de terre (figure 3). Le défaut de représentation de celles-ci dans l'enquête amène donc un biais en exagérant la représentation des parcelles avec analyse. De plus, la sélection des parcelles complètement renseignées et pourvues d'une analyse de terre tend aussi à sélectionner un type

d'exploitations. Le biais constaté ne conduit à écarter qu'un peu plus les plus petites surfaces de betterave, mais sans déséquilibrer la représentation des autres exploitations.

Les exploitations avec élevage sont surtout rencontrées en régions Normandie et Nord pas de Calais, respectivement 75 et 68% des exploitations, taux qui peuvent être supérieurs dans l'enquête aux pourcentages moyens régionaux. Pour l'ensemble des régions, la présence d'élevage sur l'exploitation est indiquée dans 45% de l'ensemble des exploitations enquêtées, avec le taux le moins élevé pour l'Ile de France (23%).



### C-3) Indicateurs complémentaires :

Une caractérisation simplifiée des successions culturales, lesquelles sont indiquées dans l'enquête sur 6 années consécutives, permet de proposer une classification des parcelles par systèmes de culture. Cette classification a été établie en distinguant des successions à forte représentation de cultures de céréales et oléo-protéagineux (type intitulé "céréalière"), des successions avec de fréquentes cultures industrielles (type "industriel"), et des successions d'un type intermédiaire (intitulées "hybrides"). La clé de distinction des types est donnée dans le tableau 1 ci-dessous :

Tableau 1: Détermination simplifiée de systèmes de cultures :

Système de culture	Critère de définition	Représentation dans les enquêtes
<b>Systèmes « céréalières »</b>	Céréale ou oléo-protéagineux présentes au moins 5 ans sur 6	29%
<b>Systèmes « industriels »</b>	Cultures industrielles présentes au moins 3 ans sur 6.	27%
<b>Systèmes « hybrides »</b>	Système mixtes céréales, oléo-protéagineux, et cultures industrielles (sans dominante).	44%

Un indicateur de niveau d'exigence de la succession culturale a également été établi. Il indique, indépendamment pour P et pour K, le niveau d'exigence cumulé à l'échelle de la succession de cultures, en attribuant une note de 0 pour une culture peu exigeante, 1 pour une culture d'exigence moyenne, et 2 pour une culture de forte exigence, et en sommant les notes sur les 6 années renseignées dans l'enquête. Cet indicateur a été calculé pour évaluer son éventuelle influence sur le recours aux analyses d'une part, et les niveaux de fertilisations appliquées d'autre part.

#### C-4) Méthode d'analyse des données :

Les niveaux de remplissage des questionnaires reçus, et les étapes de tri et de sélection, amènent à considérer plusieurs jeux d'enquêtes imbriqués : enquêtes reçues, enquêtes complètes validées, enquêtes renseignées avec une analyse chimique de terre. Dans le passage d'un niveau à un autre par sélections successives, il a été vérifié qu'on n'introduisait pas alors de nouveau biais dans la représentation des exploitations. Le mode d'obtention des données recueillies, le nombre élevé de données de natures diverses, à la fois quantitatives et qualitatives, ne permet pas d'adopter une démarche statistique, sauf purement descriptive. La démarche d'analyse est pour une large part basée sur l'observation des jeux de données à partir de représentations graphiques. Cette démarche a été guidée par des questions auxquelles les données d'enquêtes permettaient d'apporter un éclairage :

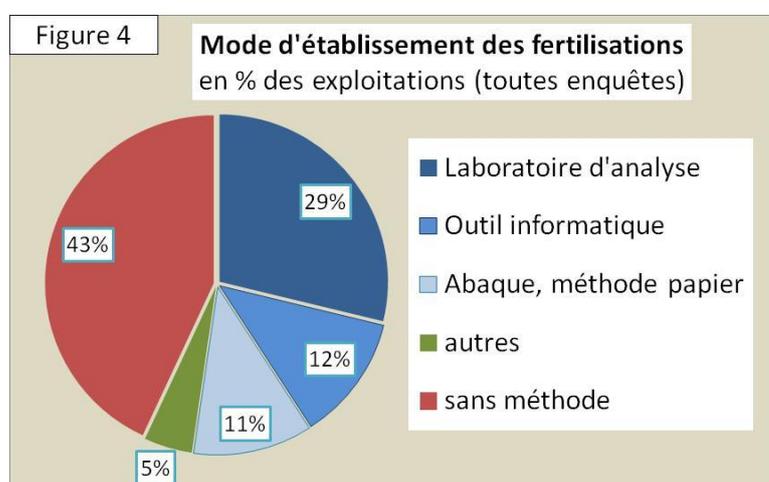
- Comment les agriculteurs betteraviers déterminent-ils leurs fertilisations, quels sont les critères pris en compte, de façon objective, quels facteurs peuvent indirectement orienter les choix ? Le mode d'établissement de la dose a-t-il une incidence sur celle-ci ?
- Comment les fertilisations se déclinent t-elles selon la région, les sols, le type de système de culture, pour chacun des éléments P et K. Les pratiques ont-elles fortement évolué depuis 2003 ? Quelle est la part des fertilisants organiques dans les apports, et ceux-ci sont-ils bien intégrés dans la conduite de la fertilisation ?
- Quelle est la place de l'analyse de terre, dans quelles situations sont-elles privilégiées ? Les doses appliquées, en cas de disponibilité d'une analyse, sont-elles conformes aux doses calculées par la méthode Comifer ?

Selon le jeu de données considéré, l'attention se porte sur différents critères. Pour les ensembles de parcelles les plus larges, avec ou sans analyse chimique de terre, les fertilisations apportées ont été surtout examinées à partir du bilan "F-E" (bilan = fournitures totales par les fertilisants – exportations par la culture), qui permet de comparer des régimes de fertilisations de cultures variées sur plusieurs années culturales. En l'absence d'analyse chimique de terre, il n'est pas possible d'évaluer le bon ajustement des fertilisations apportées aux besoins des cultures. Sur les ensembles d'enquêtes qui en disposent, le critère "écart au conseil Comifer" donne une indication de qualité d'ajustement de la fertilisation apportée sur la culture de betterave.

#### **D) Analyse des données et des pratiques de fertilisation P et K :**

##### D-1) Mode d'établissement des fertilisations :

Les réponses sont reportées dans la figure 4. L'établissement du conseil via un laboratoire est très naturellement lié à la pratique de l'analyse de terre. Cette situation couplant analyse et conseil représente 29% des parcelles. Les conseils sont assez fréquemment obtenus via un outil informatique, pratique qui est également très liée à la disponibilité d'une analyse de terre (12% des parcelles). Mais le taux d'établissement sans méthode clairement définie est important, il est aussi élevé que le taux de parcelles disposant d'une analyse (43% des parcelles dans les 2 cas). Etant

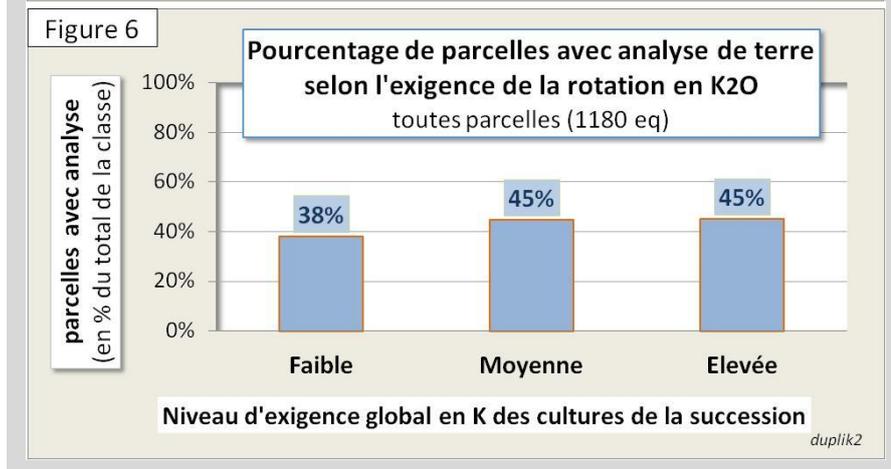
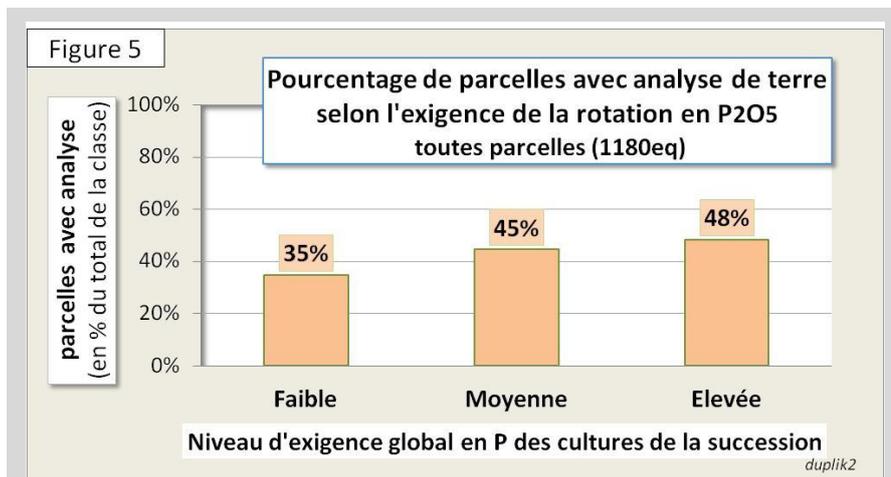


donnée la plus grande fréquence d'analyses dans les grandes surfaces de betteraves, le recours à l'analyse représente 49% des surfaces de betterave. Le recours à l'analyse est privilégié par les exploitations de SAU importante. Ces exploitations sont aussi celles qui présentent des surfaces en betteraves importantes. Le biais de représentation des exploitations de petites surfaces en betterave tend ainsi à sur représenter les exploitations disposant d'analyses de terre.

On peut remarquer une corrélation positive entre les niveaux d'exigences des successions culturales (critère d'exigence cumulée) et le pourcentage de recours à l'analyse. La présence de cultures

exigeantes dans la rotation est donc un critère qui tend à favoriser le recours à l'analyse de terre (figures 5 et 6) Ce sont les régions Champagne et Normandie qui présentent les taux d'analyses de terre les plus élevés, les régions Nord Pas-de-Calais et Alsace étant au contraire celles qui présentent les plus faibles recours à l'analyse. Ce constat s'explique assez directement par les structures régionales des exploitations betteravières. Ces deux dernières régions sont caractérisées par des petites surfaces en betteraves par exploitations, caractère dont on a vu qu'il jouait en défaveur des pratiques d'analyses.

La typologie des systèmes de cultures n'est pas apparue comme un critère pertinent pour expliquer les taux de recours aux analyses de terre.



#### D-2) Observations sur les niveaux de teneurs des sols des parcelles enquêtées :

Les teneurs des sols en P2O5 (Joret-Hébert et Olsen) et K2O échangeable ont été observées et mises en comparaison avec des données issues de la base de données des analyses de terre (BDAT) dans les régions betteravières (données moyennes disponibles à échelle cantonale). Les données extraites de la BDAT sont des données moyennes régionales, dont nous avons exclus des secteurs non betteraviers à l'intérieur des régions. En région Centre, seul les départements Loiret et Eure-et-Loir ont été extraits, la Haute Marne a été exclue des données de la région Champagne, et les Yvelines de la région Ile-de-France. L'objectif des comparaisons est de regarder si les parcelles en rotations betteravières se distinguent des autres parcelles des mêmes secteurs par des niveaux de teneurs différents, pouvant éventuellement s'expliquer alors par des historiques de fertilisation différents.

**Tableau 2 : Comparaison des teneurs des parcelles de betterave enquêtées avec les teneurs moyennes issues de la BDAT (\*)**

Région	Teneur P2O5 Site	Teneur P2O5 Bdat	Teneur K2O Site	Teneur K2O Bdat
<b>Picardie</b>	96 ppm (Ols)	88 ppm (Ols)	265 ppm	261 ppm
<b>Normandie</b>	95 ppm (Ols)	90 ppm (Ols)	204 ppm	185 ppm
<b>Beauce + sud S-et-Marne</b>	86 ppm (Ols)	85 ppm (Ols)	300 ppm	290 ppm
<b>Champagne (craie)</b>	225 (J.H.)	245 (Bdat)	300 ppm	355 ppm
<b>Nord Pas-de-Calais</b>	110 ppm (Ols)	105 ppm (Ols)	266 ppm	263 ppm

(\*) (Bdat = Base de données d'analyses de terre) (Ols = Méthode Olsen), (J.H. = méthode Joret-Hébert)

Le tableau 2 montre une similarité étroite entre les données de teneurs moyennes issues de la BDAT et les teneurs moyennes calculées sur les parcelles enquêtées. Le constat est que l'enquête ne génère sans doute pas de biais sur ce critère, et que les parcelles en rotations betteravières ne présentent pas un sous ensemble distinct au milieu de leurs régions de production. Seule la région Champagne indique un biais sur la teneur K20 échangeable en terre de craie, plus élevée dans la base BDAT que dans les parcelles d'enquêtes.

Figure 7 Teneurs des sols en P2O5 Olsen, sols non calcaires (172 enq)

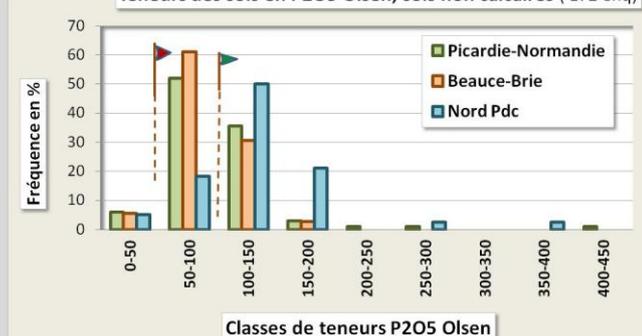


Figure 8 Répartition des teneurs des sols de craie en P2O5 (J.H.) (88 enq)

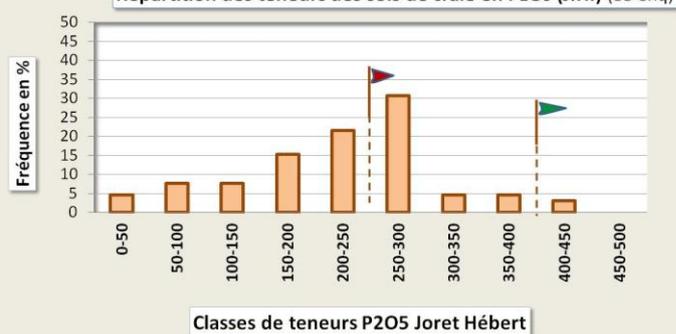


Figure 9 Teneurs des sols en K2O éch. sols limoneux (70 enq)

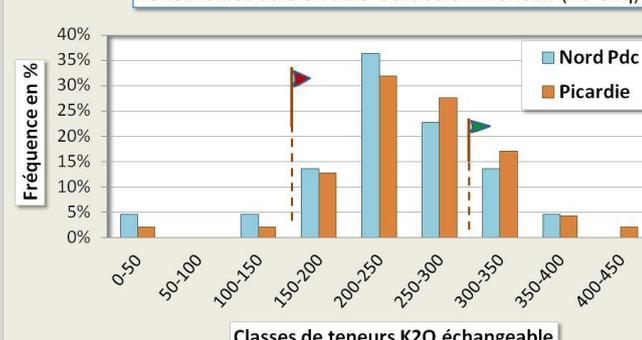
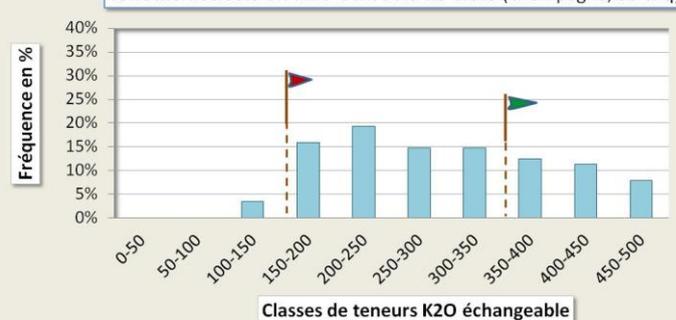


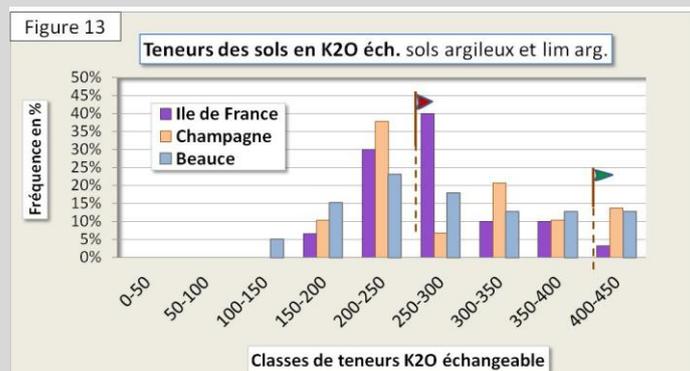
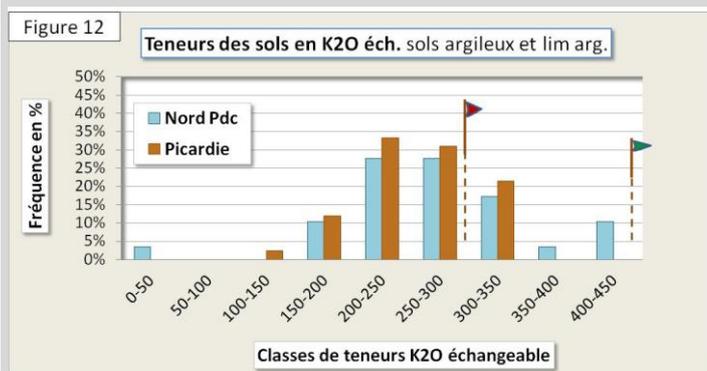
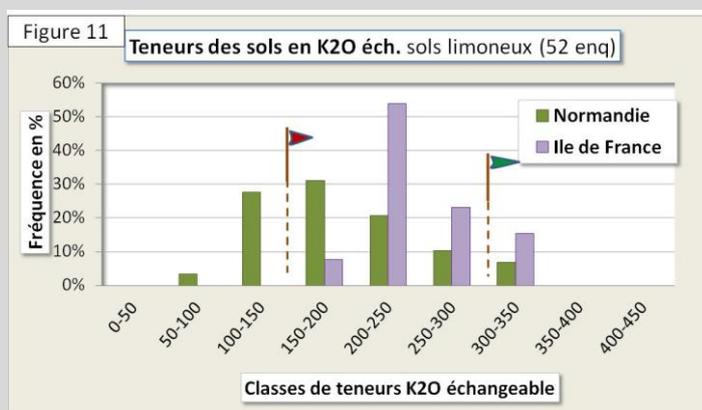
Figure 10 Teneurs des sols en K2O éch. sols de craie (Champagne, 88 enq)



Les teneurs analytiques doivent être observées selon une typologie de sols qui distingue des grandes catégories de pouvoir fixateur : Sols argileux/non argileux pour le potassium, sols calcaire /non calcaires pour le phosphore. Cette distinction permet de lire les graphiques en y intégrant les teneurs de référence attachées à ces types de sols (teneurs Timpasse et Trenforcé utilisés dans la méthode de raisonnement des doses du Comifer). On peut ainsi constater des situations plus ou moins variées, et parfois contrastées entre régions, et qui amènent à différencier nettement les statuts phosphatés et potassiques des parcelles. Pour le phosphore, les niveaux de teneurs des parcelles enquêtées séparent nettement des sols à dominante calcaire et les sols non ou peu calcaires. Sur l'ensemble des régions betteravières, quoi que variées, les teneurs des sols de limons, limons sableux, et sols argileux, présentent des teneurs très majoritairement supérieures aux teneurs seuils "T renforcé" (des cultures d'exigence élevée) respectives (figure 7). La région Nord Pas-de-Calais se distingue par des valeurs plus élevées que celles des régions plus au sud, constat que l'on peut faire également sur les valeurs moyennes de la BDAT. Cette région mise à part, environ 50% à 60% des parcelles des enquêtes se placent à un niveau de teneur intermédiaire entre Trenf et Timp des cultures exigeantes, et 30% ou plus se placent au-delà du seuil Timp. Cette situation est majoritaire en région Nord Pas-de-Calais.

Pour des sols calcaires, les analyses disponibles sont plus fréquemment établies selon la méthode Joret-Hébert que selon la méthode Olsen. Ces parcelles ont majoritairement des teneurs qui les situent dans la zone de renforcement des doses des cultures exigeantes (teneur < Trenf) (figure 8). On doit distinguer des parcelles de craie de Champagne, dont les teneurs sont très regroupées entre 200 et 300 ppm J.H. ou entre 50 et 100 ppm Olsen, c'est-à-dire en dessous du seuil de renforcement, et des parcelles en sols argilo-calcaires et quelques "cranettes" des régions Beauce et Nord-Picardie dont les valeurs analytiques sont souvent plus élevées.

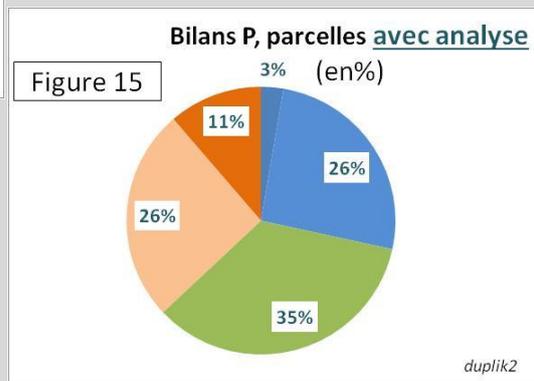
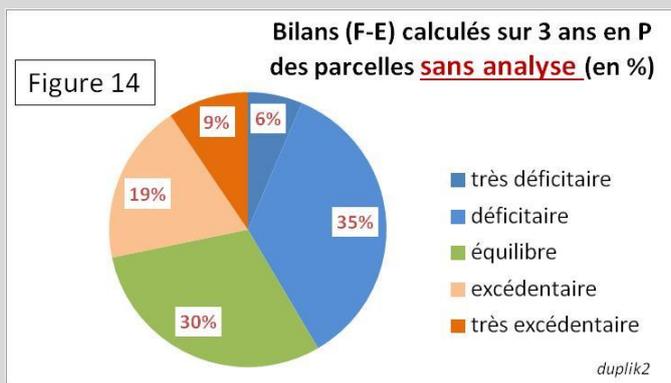
Pour les teneurs en K<sub>2</sub>O, on peut constater aussi des différences entre types de sols, et pour une même catégorie de sol, quelques différences entre régions (figures 9 à 13). Les sols à dominante argileuse sont fréquemment à des niveaux en deçà du seuil de renforcement des cultures exigeantes,



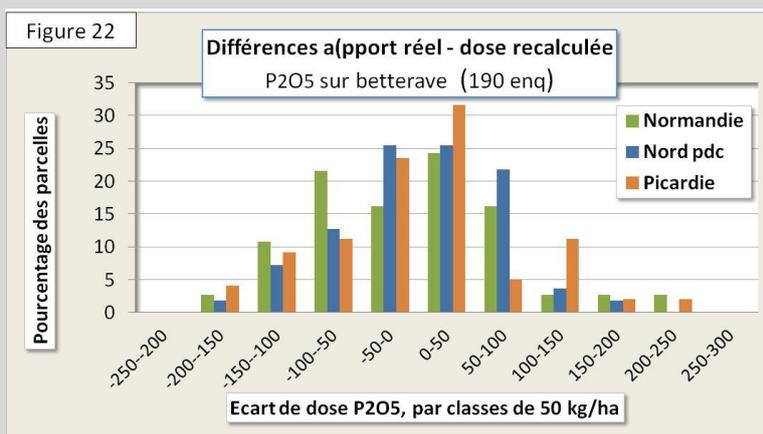
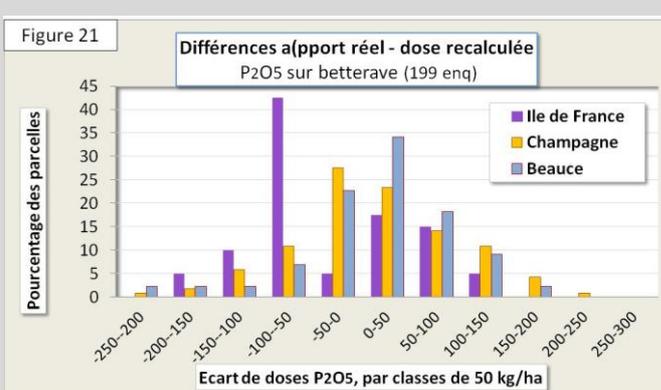
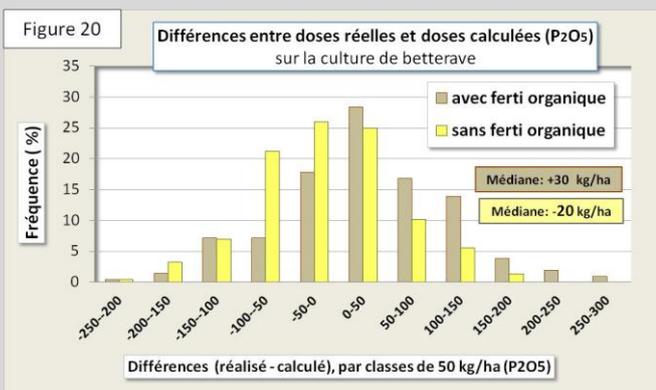
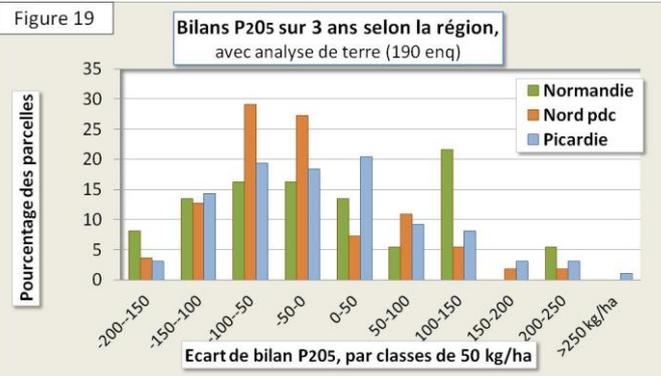
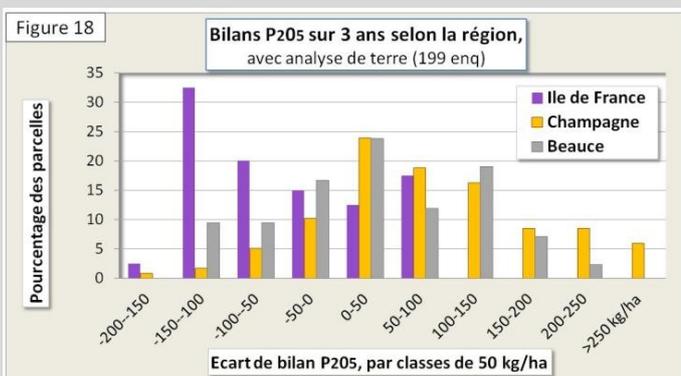
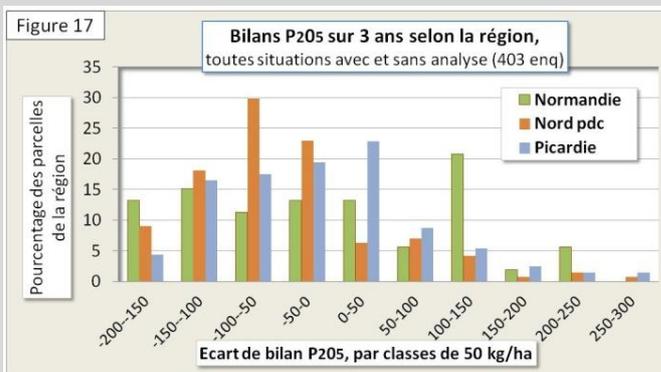
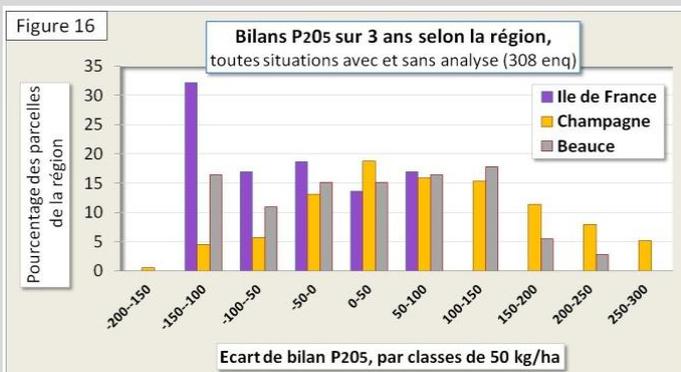
entre 30 et 50% des parcelles selon les régions. Les régions Picardie et Nord présentent en proportions égales des parcelles de teneurs supérieures au Trenf et comprises entre T renf et T imp. Pour les sols à dominante limoneuse, ainsi que les craies de Champagne, les valeurs d'analyse sont généralement comprises en Trenf et T imp des cultures exigeantes. On note cependant des valeurs plus fréquemment inférieures à Trenf en Normandie. La région Champagne présente une grande variabilité de teneurs.

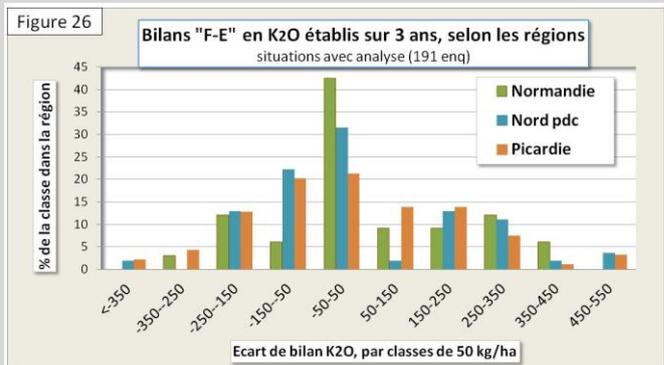
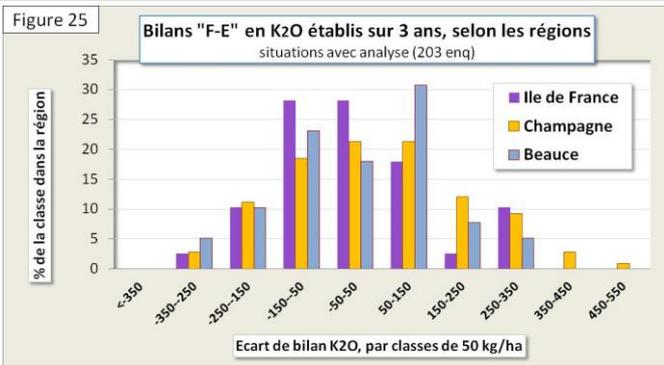
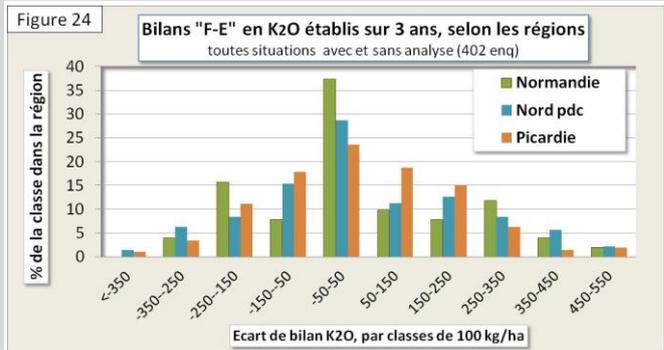
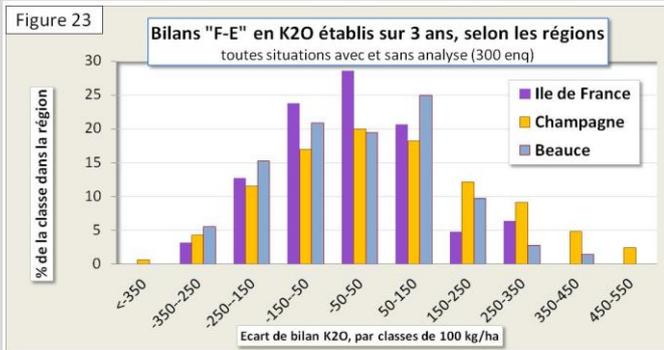
### D-3) Pratiques de fertilisation P205 :

Les bilans "F-E" établis sur toutes les enquêtes valides présentent une grande variabilité. La tendance sur l'ensemble donne un peu plus de poids aux situations déficitaires sur les 3 années de calcul (37%) que excédentaires (31%) des parcelles. Les bilans à l'équilibre représentent 32% des parcelles. Le mode d'établissement, ou son absence, n'est pas sans conséquence sur la fertilisation apportée. Les figures **14** et **15** montrent les répartitions respectives des bilans "F-E" en P avec et sans analyse de terre. On voit que l'absence d'analyse se traduit, de façon inattendue, par une fréquence plus élevée de bilans déficitaires. On passe de 29% de fertilisations déficitaires ou très déficitaires en P2O5 en cas d'analyse disponible, à 41% en l'absence d'analyse. On peut l'interpréter comme la marque de préoccupations plus économiques qu'agronomiques dans la conduite de la fertilisation des exploitants qui ne pratiquent pas d'analyses.



La tendance aux bilans déficitaires est plus marquée dans les régions Ile de France, Nord Pas de Calais (environ une parcelle sur 2 dans ces régions) et de façon un plus nuancée en régions Normandie et Picardie (figures 16 à 19). Les deux régions qui ne présentent pas cette tendance et qui montrent au contraire plus souvent des bilans "stockeurs", ou excédentaires, sont la Beauce et la Champagne. Dans ces régions, les bilans excédentaires représentent 42% et 55% des parcelles. Pour les premières régions, le focus sur les parcelles avec analyse de terre confirme ces tendances. Pour





les régions Nord, Picardie, Normandie, elle est cohérente avec des teneurs en P2O5 des sols, assez élevées, majoritairement supérieures aux valeurs T impasses (des cultures exigeantes) dans les sols à dominante limoneuse. Le cas de la région Beauce est plus étonnant. Les bilans excédentaires sont nombreux, alors que les teneurs parcelaires indiqueraient généralement un besoin de fertilisation à l'équilibre, voire une possibilité de destocker. Il est intéressant de constater que, pour l'ensemble des enquêtes, les sur fertilisations (doses apportées supérieures au conseil établi a posteriori) sont quasi exclusivement observées lorsqu'il y a apport organique, ce qui confirme une prise en considération insuffisante de ce type de fertilisant pour leur contribution en Phosphore (voir figure 20). On remarque cependant en Normandie, sur les écarts entre doses appliquées et recalculées sur betterave, que les exploitants apportent souvent des doses inférieures aux préconisations établies a posteriori. Ce "non respect des doses raisonnées" est aussi observé en régions Ile de France et en Champagne, et tend ainsi à accentuer les tendances régionales, dans le sens déficitaire pour la première, et excédentaire pour la seconde (figures 21, 22).

Le taux d'impasse sur 3 ans consécutifs est aussi un indicateur qui confirme les tendances précédentes. Le taux d'impasses cumulé sur 3 ans en P205 concerne 11% des parcelles en moyenne. Il s'élève à 24% des parcelles en Ile de France et Normandie. Il est quasi inexistant en Champagne.

#### D-4) Pratiques de fertilisation K2O :

Comparativement à la fertilisation en P, la betterave a plus de poids dans le régime global de fertilisation de la succession culturale pour K, avec des niveaux de doses plus élevés et des exportations supérieures à beaucoup d'autres cultures. Les bilans "F-E" établis sur 3 ans sont très variés et ne présentent pas de tendance particulière, excédentaire ou déficitaire, sur l'ensemble des enquêtes. Le mode d'établissement de la dose semble avoir très peu d'influence globale sur les bilans potassiques, contrairement au constat sur P. C'est en Normandie qu'on retrouve le plus de situations à l'équilibre. Les bilans sont, en tendance, plutôt déficitaires (destockeurs) en Ile de France (dans 40% des parcelles, contre 30% en régime excédentaire) (figures 23 à 26). La variabilité est aussi très importante dans les régions Picardie et Nord Pas-de-Calais. On observe une fréquence plus importante (40% des parcelles) en régime excédentaire en Picardie. En Champagne, les bilans sur 3 ans sont tout autant hétérogènes, mais on constate que les bilans fortement excédentaires en K sont très liés à l'absence d'analyse de terre sur la parcelle. Donc contrairement aux fertilisations P, et au moins pour cette région, l'absence d'analyse se traduit par des fertilisations plus élevées.

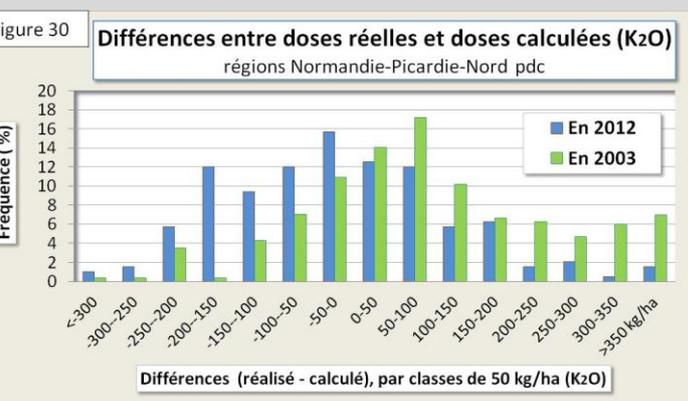
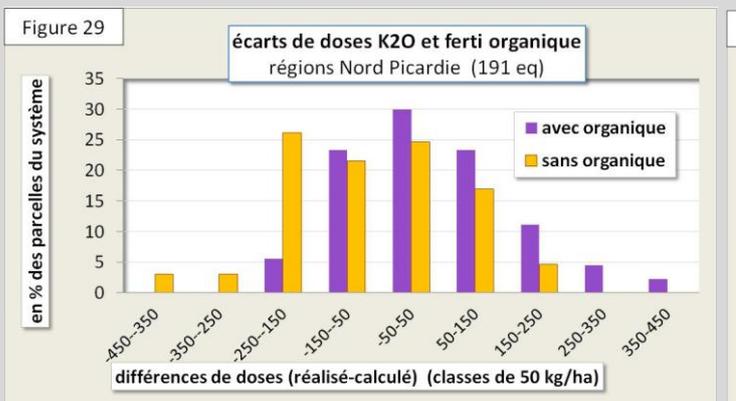
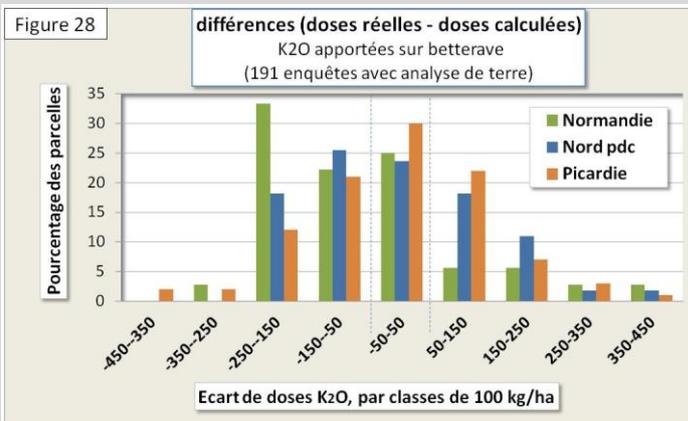
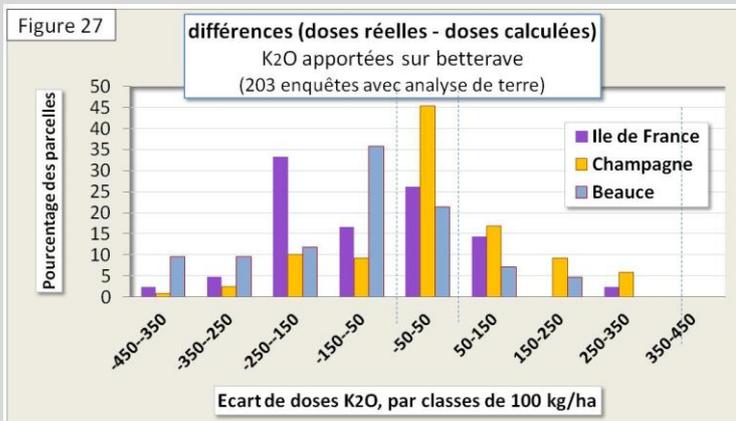
Les impasses consécutives sur 3 ans sont peu fréquentes en fertilisation potassique, 5% des parcelles n'ont reçu aucun apport sur la période observée. Ce taux est légèrement supérieur en régions Ile de France et Beauce.

Les écarts (doses appliquées – doses recalculées) sont plus souvent négatifs que positifs (40% des cas)

Seulement 32% des apports se rapprochent des doses calculées a posteriori sur l'ensemble des parcelles. Les doses apportées sont fréquemment inférieures aux doses recalculées dans les régions Normandie et Ile de France, pour 50% des cas. Les sols de Normandie ayant des teneurs sensiblement plus basses, on peut en conclure que le conseil ajusté qui amènerait à renforcer la fertilisation sur la betterave n'est pas suivi par les exploitants. Cette situation se retrouve aussi pour 43 % des parcelles du Nord Pas-de-Calais, région où les parcelles de limons argileux et argiles justifieraient fréquemment des renforcements de dose sur betterave, selon la méthode Comifer. Les doses appliquées sont par contre assez conformes aux doses recalculées en région champenoise, et la variabilité des fertilisations dans cette région s'explique surtout par la forte variabilité des teneurs des sols en K<sub>2</sub>O échangeable.

Comme pour le Phosphore, on retrouve un biais lié à la présence de fertilisants organiques, qui se traduit par des écarts à la dose recalculée plus fréquemment positifs qu'en parcelles sans apport (figure 29).

La comparaison des écarts (dose réelle – dose calculée) montre une grande évolution, positive, depuis la première enquête conduite en 2003 en régions Nord, Picardie et Normandie, qui avait mis alors en évidence des sur fertilisations importantes, très liées à la présence d'apports organiques peu ou pas

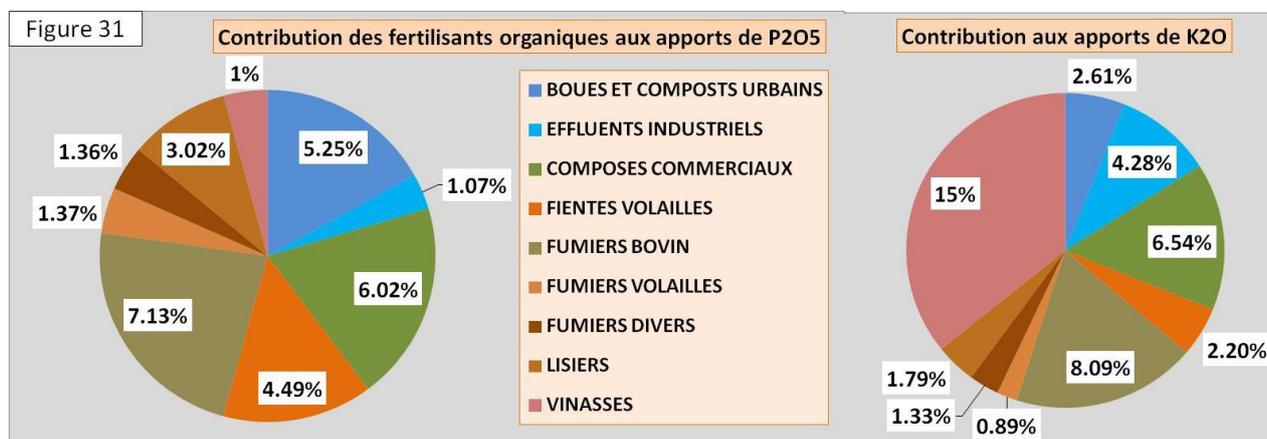


pris en compte dans l'établissement des doses minérales complémentaires (figure 30). Même si on constate toujours des défauts d'ajustement, la prise en compte de ces apports s'est très certainement améliorée et conduit à une fréquence nettement moins élevée de dépassements de doses pour les situations concernées.

#### D-5) Contribution des fertilisants organiques aux apports élémentaires en P et K.

Les apports organiques ont été traduits en quantités d'éléments disponibles pour les cultures, et cumulés en prenant en compte les surfaces des parcelles qui les ont reçu. On peut ainsi évaluer une contribution globale des fertilisants organiques aux apports de P et de K sur la succession culturale considérée (figure 31), toutes situations confondues. Pour l'élément phosphore, les apports organiques contribuent à hauteur de 25% de la fertilisation totale apportée, avec une contribution forte des effluents d'élevage, des fientes de volailles, et des boues urbaines. Les effluents industriels comprennent principalement les écumes de sucrerie, lesquelles n'apparaissent pas ici comme une contribution forte aux apports de P, ce qui contredit les références plus globales (1). On ne peut exclure que les exploitants aient omis les apports d'écumes dans un questionnaire centré sur la fertilisation. La part des fertilisants minéraux reste donc nettement majoritaire. Si on rapproche ces chiffres des bilans établis par l'UNIFA (1), la part de l'organique est plus faible à l'échelle des parcelles enquêtées qu'à une échelle régionale, indiquant qu'une partie seulement des éléments organiques disponibles à l'échelle régionale est utilisée sur les grandes cultures de la même région.

Pour l'élément K, la contribution globale est de 34% des apports, avec un poids important des vinasses de distilleries. Pour les deux éléments P et K, on peut remarquer le poids de produits intitulés ici composés commerciaux, qui sont généralement des mélanges de plusieurs sources et proposés aux exploitants sous une dénomination commerciale. Ce sont ces produits qui montrent la plus forte progression dans la diversité des apports réalisés en parcelles betteravières.



#### D-6) Eléments de discussion des résultats obtenus :

La fenêtre de 3 cultures successives ne peut donner qu'un aperçu de la conduite de la fertilisation des parcelles décrites dans les questionnaires. On ne peut donc prétendre qu'elles correspondent à la réalité, sauf à extrapoler les constats faits à partir de cette période courte à l'ensemble de la succession culturale. Cette extrapolation n'est pertinente que dans la mesure où la petite succession considérée inclut la betterave, culture exigeante pour P et pour K, donc culture privilégiée dans les décisions de fertilisation des exploitants.

Une autre réserve doit porter sur la comparaison des doses appliquées sur betteraves et doses recalculées par application de la méthode Comifer. Les écarts constatés entre dose appliquée et dose recalculée peuvent avoir plusieurs causes. Le non respect volontaire de la dose préconisée par l'exploitant en est une, mais on doit aussi supposer que la dose appliquée peut avoir été calculée avec un autre outil ou une méthode différente de la méthode Comifer.

### **E) Conclusions :**

L'étude des fertilisations a travers les réponses à un questionnaire d'enquêtes montre que le nombre de données nécessaires est élevé, d'autant plus élevé qu'il demande de recueillir ces données sur plusieurs cultures consécutives. La dimension ambitieuse du questionnaire proposé atteint une taille maximale, voire déjà excessive, pour respecter un temps de remplissage qui ne fasse pas perdre patience aux agriculteurs volontaires qui les remplissent. Le taux de perte d'environ un tiers des enquêtes pour cause de remplissage incomplet ou inexploitable en est un bon indicateur. Pour autant, le nombre d'enquêtes reçues et complètes reste satisfaisant et permet une analyse assez détaillée des pratiques. Comme souvent dans ce type d'exercice, le caractère volontaire des réponses tend à privilégier certaines exploitations. Ici, ce sont les petites exploitations qui sont sous représentées en faveur d'exploitations de dimension moyenne et de surface en betterave moyenne. Bien sûr, il n'est pas exclu que les réponses traduisent plus les pratiques des exploitants les plus "techniques", plus réceptifs aux demandes de l'ITB, et sous représente une majorité silencieuse.

Les enseignements principaux sont les suivants :

Les prises de décision sont basées sur une analyse chimique de terre pour 43% des parcelles en rotation betteravière, et pour 48% des surfaces. Cependant, la disponibilité d'une analyse de terre ne conduit pas à appliquer des doses parfaitement cohérentes avec des doses recalculées a posteriori par la méthode Comifer actualisée en 2009. Les divergences peuvent être liées à l'utilisation d'autres outils ou autres méthodes, mais restent assez difficilement explicables. Dans des régions comme l'Île de France ou en Normandie, la tendance à des apports de phosphore inférieurs aux préconisations peut être interprétée comme un décision de l'exploitant, pour des raisons économiques, et c'est cette même orientation qui est constatée dans les exploitations qui ne pratiquent pas les analyses de terre dans la majorité des régions. Un autre élément d'explication est la contribution des fertilisants organiques, dont on peut juger qu'elle est insuffisamment prise en compte par les exploitants dans les décisions de fertilisation, à la fois pour le phosphore et pour la potasse. Compte tenu du taux élevé d'utilisation de fertilisants organiques dans les exploitations betteravières, particulièrement avant betterave, il existe certainement une marge de progression dans l'ajustement des fertilisations P et K en présence d'apports organiques, de natures par ailleurs très variées.

Les bilans "entrée-sortie" calculés sur 3 années indiquent des tendances plus souvent déficitaires en P qu'en K. En l'absence d'analyse de terre, les fertilisations sont plus fréquemment déficitaires en P. Il existe une grande diversité des pratiques, des effets régions assez marqués qui s'expliquent pour certaines d'entre elles par leurs niveaux médians de teneurs des sols, mais qui ne sont pas toujours cohérents avec elles. C'est le cas pour les fertilisations en P en région Beauce, ou pour les fertilisations potassiques en Picardie. Aussi la baisse des apports ne semble pas toujours être liée à une meilleure qualité de raisonnement des doses, et le constat peut paraître moins optimiste que les conclusions d'enquêtes plus qualitatives établies à partir des dires des agriculteurs (9)

La comparaison des données d'enquête ITB Site 2003 et ITB Site 2012 montre une évolution assez nette des pratiques de fertilisation pour les régions où la comparaison est possible (enquête 2003 réalisée sur les régions Nord, Picardie et Normandie uniquement). La somme des fertilisations apportées, minérales et organiques, est en diminution dans ces régions. La comparaison indique une

amélioration dans la prise en compte des fertilisants organiques, qui paraissait très approximative voire inexistante dans la précédente enquête, et qui semble être bien mieux appréhendée en 2012.

---

### **Références et bibliographie:**

- 1) Evolution des bilans régionaux de fertilisation en France de 1988 à 2010. Document UNIFA 2011.
  - 2) L'économie betteravière. Edition SEDA CGB, décembre 2011 (501 pages)
  - 3) ITB-CETIOM, Betteraves et colza dans la même rotation. Document technique 2011.
  - 4) Cahiers FranceAgriMer, chiffres clés annuels régionaux (2008, 2009, 2010, 2011, 2012).
  - 5) Aide au diagnostic et à la prescription de la fertilisation phosphatée et potassique des grandes cultures (document Comifer, 1993).
  - 6) Denoroy P., Le Souder C, Fardeau J.C., Comprendre le fonctionnement des agrosystèmes pour ajuster l'offre de phosphore, potassium et magnésium aux besoins des cultures.  
« Fertilisation et société », actes des 7èmes rencontres de la fertilisation raisonnée et de l'analyse de terre, Blois 2005 Comifer-Gemas.
  - 7) Fertilisation P,K. Grille de calcul de dose. Brochure Comifer, 2009.
  - 8) Données ministère de l'agriculture (MAAF), SSP Agreste, données 2007.
  - 9) Fabre B., Compte rendu de l'enquête sur le raisonnement de la fertilisation phospho-potassique.  
« Fertilisation et société », actes des 7èmes rencontres de la fertilisation raisonnée et de l'analyse de terre, Blois 2005Comifer-Gemas
-