

**Figure 2 :** Carte de la variation de la quantité de glyphosate vendue par hectare de SAU par département entre 2012-2016.

Ces deux cartes illustrent le besoin de connaître la cible visée et la culture concernée pour clarifier une tendance générale des usages de glyphosate à l'échelle nationale. C'est pourquoi, nous allons maintenant développer les usages, les tendances et les facteurs susceptibles d'expliquer les variations géographiques des usages de glyphosate à partir des données « point zéro » du réseau Dephy, complétées par les données de la statistique agricole d'Agreste sur les pratiques, noté SSP dans la suite du document.

### 3-2 Usages du glyphosate en grandes cultures dans le réseau Dephy et selon les enquêtes SSP 2011 et 2014

L'analyse des fermes du réseau Dephy, spécialisées en grandes cultures et en polyculture-élevage fait apparaître les informations suivantes :

- 57 % des systèmes de culture DEPHY utilisaient du glyphosate au moins ponctuellement dans la rotation au moment de leur entrée dans le réseau. Donc 43 % des agriculteurs DEPHY en conventionnel n'en utilisaient jamais. Comme il y a plusieurs itinéraires techniques dans un système de culture, une analyse des itinéraires montrent que 28 % des itinéraires techniques comportaient au moins un traitement au glyphosate ;
- 95 % des traitements étaient réalisés « en plein » sur l'ensemble de la parcelle. Les traitements très localisés, en bordure ou sur des tâches d'adventices sont donc très minoritaires ;
- Les traitements de pré-récolte contre les vivaces sont très rares (0,1 % des traitements). 4 % des traitements correspondaient à la destruction des prairies temporaires (qui ne sont détruites chimiquement que dans 30% des cas). 26 % des traitements correspondaient à la

destruction des couverts d'interculture et des adventices qui s'y développent. La majorité des traitements (70%) étaient appliqués sur sol sans interculture mais reverdi pour détruire les adventices qui se développent pendant cette période en amont des semis. Il est probable que cette proportion ait diminué depuis l'époque du lancement du réseau DEPHY, avec l'augmentation des surfaces implantées avec un couvert d'interculture en application de la directive 'Nitrates' dans les zones vulnérables.

- Environ 10% des traitements sont réalisés à des doses visant des adventices vivaces, 90 % des traitements visent des plantes annuelles.

Les recours au glyphosate tels que mesurés à travers les usages pratiqués varient avec la durée de l'interculture et la sensibilité à la concurrence pendant la phase de germination/levée de la culture choisie. Aussi, toutes les grandes cultures n'entraînent-elles pas les mêmes quantités moyennes d'application de glyphosate. Les quantités épandues à l'hectare varient du simple au triple.

**Tableau 2 -** Quantités de glyphosate utilisées sur les 'grandes cultures' annuelles d'après les données SSP.

NB : l'usage de Glyphosate en interculture est rattaché à la culture qui suit

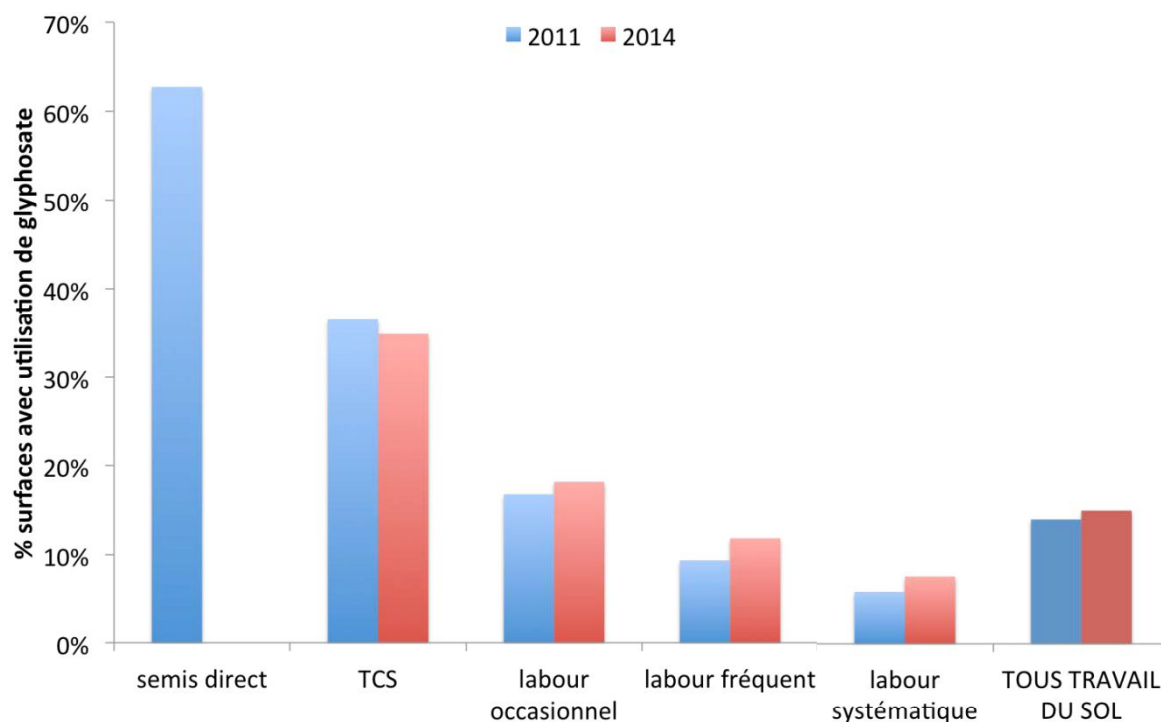
Espèce	Région	quantite_tot ale glyphosate	quantite_m oy glyphosate	nb_traiteme nts_tot_gly phosate	nb_traiteme nts_moyen _glyphosat e	nb_traiteme nts_herbici de_tot	nb_traiteme nts_herbici de_moy	part_moyen ne_glyphos ate
tournesol	Ensemble - 2011	179 663 953	263,0	226 814	0,33	1 331 531	1,95	13,3
pois protéagineux	Ensemble - 2011	25 496 634	159,9	34 428	0,22	447 950	2,81	6,4
maïs grain	Ensemble - 2011	194 529 247	132,2	220 001	0,15	4 249 282	2,89	4,3
orge	Ensemble - 2011	166 848 573	126,3	244 543	0,19	2 654 889	2,01	6,3
maïs fourrage	Ensemble - 2011	132 203 078	123,1	163 446	0,15	3 189 271	2,97	4,2
triticale	Ensemble - 2011	35 813 453	103,8	34 779	0,10	528 628	1,53	4,3
colza	Ensemble - 2011	137 065 565	97,7	226 501	0,16	3 406 221	2,43	4,7
blé dur	Ensemble - 2011	31 152 045	89,8	45 757	0,13	615 096	1,77	4,5
betterave sucrière	Ensemble - 2011	32 751 294	89,5	44 721	0,12	5 418 675	14,81	0,7
blé tendre	Ensemble - 2011	389 485 556	84,8	532 894	0,12	9 689 327	2,11	3,8
pomme de terre	Ensemble - 2011	8 283 386	58,3	9 333	0,07	619 205	4,36	1,3

Note de lecture : en 2011, 389 485 556 g de glyphosate ont été répandus sur les parcelles de blé tendre. Les exploitants de culture de blé tendre ont utilisé en moyenne 84,8 g/ha au cours de la campagne 2011. Au total, 532 894 traitements ont été fait avec un produit contenant du glyphosate, et en moyenne, les exploitants de blé tendre ont réalisé 0,12 traitement avec un produit contenant du glyphosate. Le nombre total de traitements herbicides sur le blé tendre en 2011 était de 9 689 327, soit 2,11 traitements herbicides en moyenne sur le blé tendre. En moyenne, 3,8 % des traitements herbicides sur le blé tendre ont été faits avec un produit contenant du glyphosate.

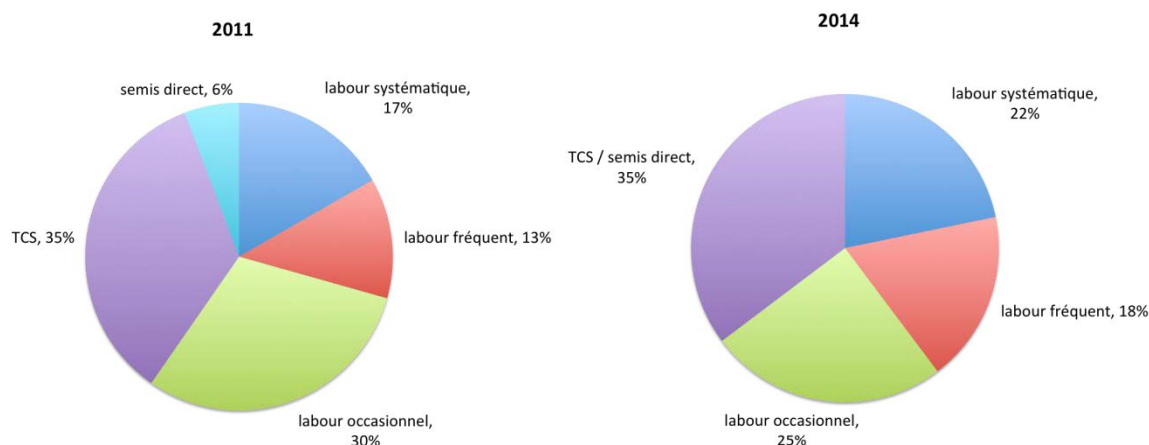
### 3-2-2 Usages du glyphosate en France en grandes cultures selon les enquêtes SSP 2011 et 2014

Globalement, l'utilisation de glyphosate concerne 14% des surfaces en 2011, 15% en 2014. Cette valeur recouvre des situations de nature différente puisque, dans un nombre limité de cas (3 à 4%), le glyphosate est utilisé pour détruire une prairie permanente ou temporaire, un peu plus fréquemment (13 à 16%) pour détruire un couvert d'interculture, et dans la grande majorité des cas (plus de trois quarts des situations) pour détruire des adventices en l'absence de prairie ou couvert, en complément d'une diversité de stratégies de travail du sol.

La fréquence de recours au glyphosate apparaît nettement variable en fonction de la stratégie de travail du sol. En effet, moins de 10% des surfaces en labour systématique sont concernées par l'utilisation de glyphosate, contre près de 40% des surfaces en techniques culturales simplifiées, et plus de 60% des surfaces en semis direct en 2010-2011 (Figure 3). Cependant, le labour, qu'il soit systématique, fréquent ou occasionnel, concerne la majorité des surfaces. De ce fait, près de deux tiers des surfaces concernées par une application de glyphosate auront aussi été labourées, au moins occasionnellement, au cours des 6 années de suivi (Figure 4).



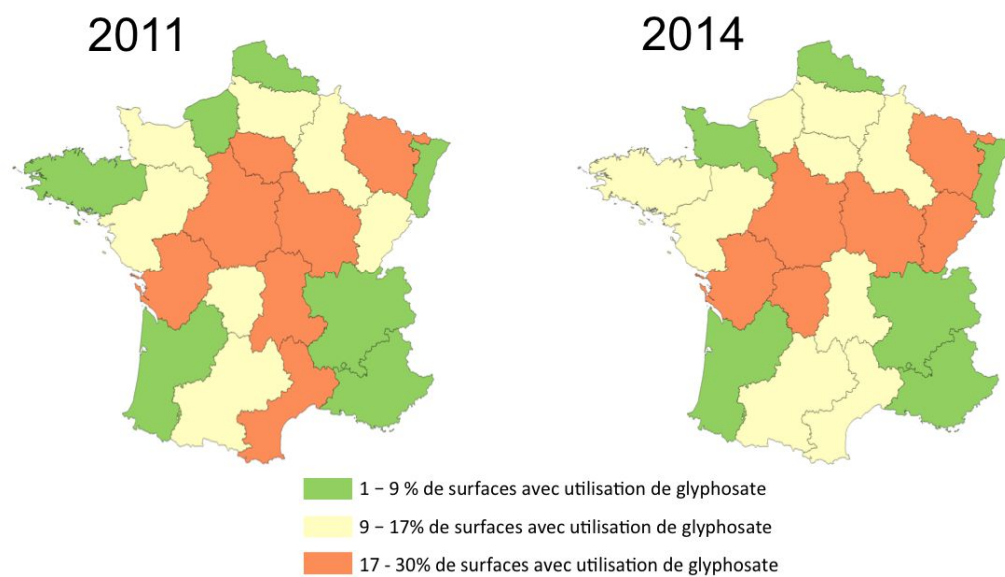
**Figure 3 :** Pourcentage de surfaces avec usage de glyphosate, respectivement en 2010-2011 et 2013-2014, selon les stratégies de travail du sol. (Labour systématique signifie un labour tous les ans, Labour fréquent = plus d'un an sur deux, Labour occasionnel = max un an sur deux, TCS signifie ici aucun labour sur 6 ans mais autre travail du sol en 2010-2011, et semis direct aucun labour sur 6 ans ni aucun travail du sol en 2010-2011 à part le semis. TCS et semis direct ne peuvent être distingués pour l'enquête partielle 2014 qui ne couvre pas les interventions de travail du sol autre que le labour).



**Figure 4 :** Distribution des surfaces concernées par une application de glyphosate, respectivement en 2010-2011 et 2013-2014, selon les stratégies de travail du sol. (Labour systématique signifie un labour tous les ans, Labour fréquent = plus d'un an sur deux, Labour occasionnel = max un an sur deux, TCS signifie ici aucun labour sur 6 ans mais autre travail du sol en 2010-2011, et semis direct aucun labour sur 6 ans ni aucun travail du sol en 2010-2011 à part le semis. TCS et semis direct ne peuvent être distingués pour l'enquête partielle 2014 qui ne couvre pas les interventions de travail du sol autre que le labour).

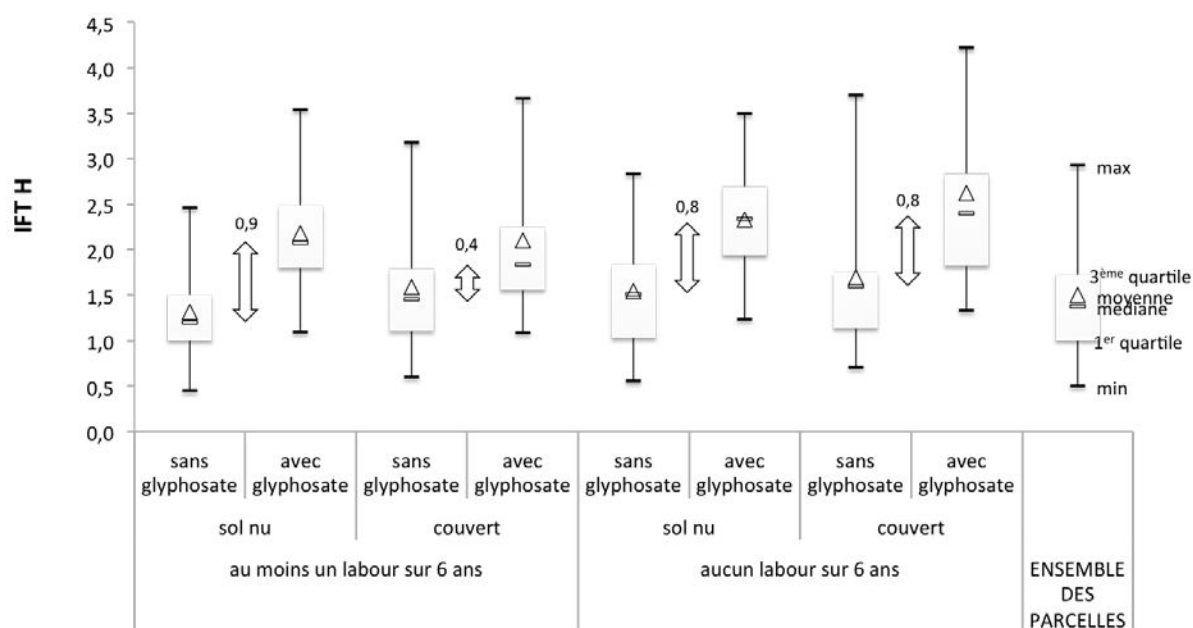
Lorsqu'il y a un usage de glyphosate, l'enquête ne met pas en évidence de différence de dose en fonction du type de travail du sol. D'une manière générale, le dosage retenu pour l'application tient compte de la situation ; ainsi les plantes de grande taille, bien implantées et avec un système racinaire important sont beaucoup plus difficiles à détruire et nécessiteront un dosage plus élevé que les jeunes plantules.

L'utilisation de glyphosate est sensiblement plus fréquente sur les parcelles recevant des successions avec colza et céréale à paille, ou tournesol et céréale à paille (Tableau 2). Compte tenu des variations d'assolement d'une région à l'autre, l'utilisation annuelle de glyphosate n'est pas uniformément répartie à travers l'hexagone. Une bande centrale partage la France (Figure 5), dans laquelle le pourcentage de surface recevant du glyphosate varie entre 17 et 30 % (selon les départements), contre 1 à 17 % en dehors de cette zone.



**Figure 5 :** Distribution des anciennes régions administratives françaises en fonction de la part de surfaces en grande culture recevant une application de glyphosate, respectivement au cours des campagnes culturales 2010-2011 et 2013-2014

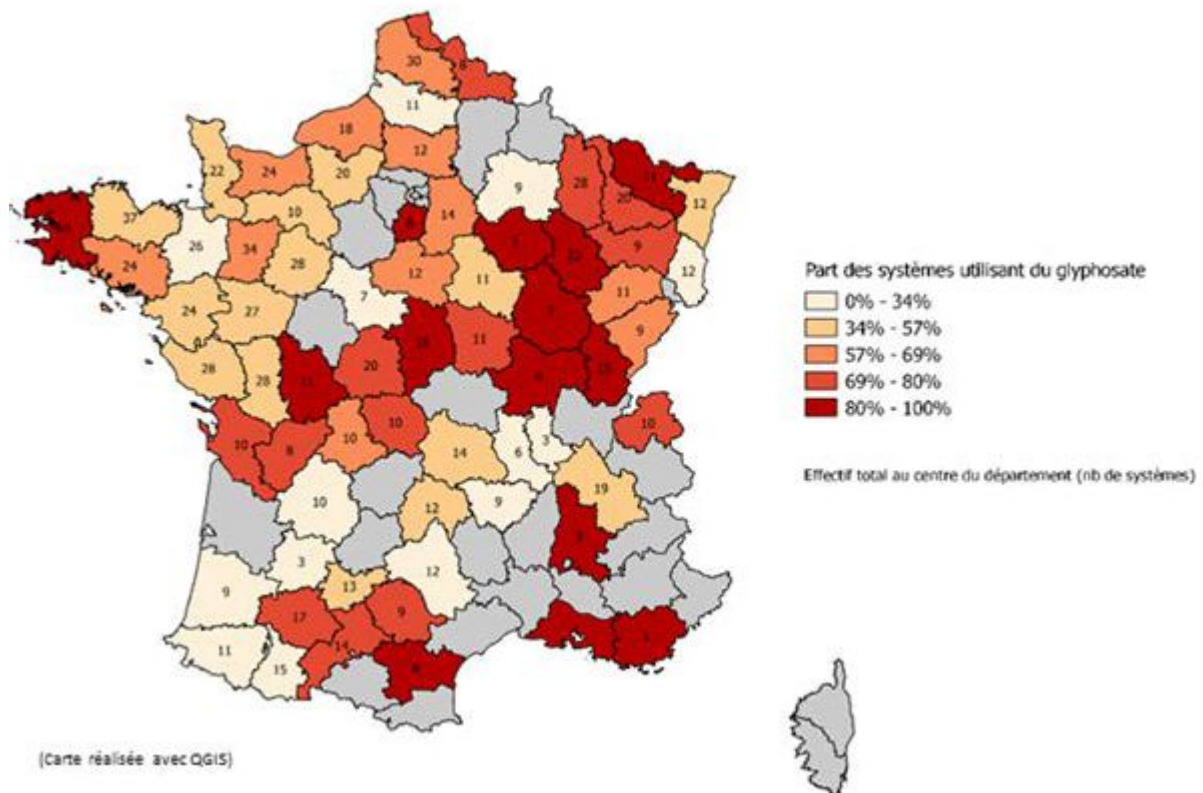
Une question récurrente concerne la possibilité que le glyphosate vienne en substitution ou en complément d'autres applications herbicides pendant la saison culturale, selon qu'il y a eu ou non un couvert d'interculture précédent l'installation de la culture. La Figure 6 indique qu'à l'intérieur des différentes situations rapportées, le contraste entre les situations avec et sans glyphosate montre que les valeurs sont comprises entre +0,4 et +0,9, indiquant un supplément d'application d'herbicide, à dose homologuée, lorsqu'il y a application de glyphosate.. Il n'y a donc pas d'effet de report ni dans un sens, ni dans l'autre. Ce fait, retrouvé dans les itinéraires des réseaux DEPHY (voir la partie correspondante du rapport), souligne le rôle assigné au glyphosate de destruction des couverts et de gestion des flores difficiles notamment vivaces, pendant la période d'interculture.



**Figure 6 :** Comparaison des IFT H (Indice de Fréquence de traitement herbicide, glyphosate compris), sur les parcelles enquêtées en 2010-2011, ayant ou non reçu une application de glyphosate. Parcelles regroupées selon la présence d’au moins un labour (ou non) au cours des 6 années enquêtées et selon la présence ou non d’un couvert pendant l’interculture précédant la culture enquêtée.

Enfin, pour finir sur la relation liant l’usage de glyphosate au travail du sol, on observe une substitution entre le désherbage chimique avec le glyphosate et une intervention de travail du sol, uniquement dans les situations où un couvert d’interculture a été installé. L’écart de un passage constaté entre ces situations montre qu’une seule intervention mécanique peut se substituer à l’application de glyphosate pour détruire le couvert, les autres interventions étant déployées pour préparer le semis.

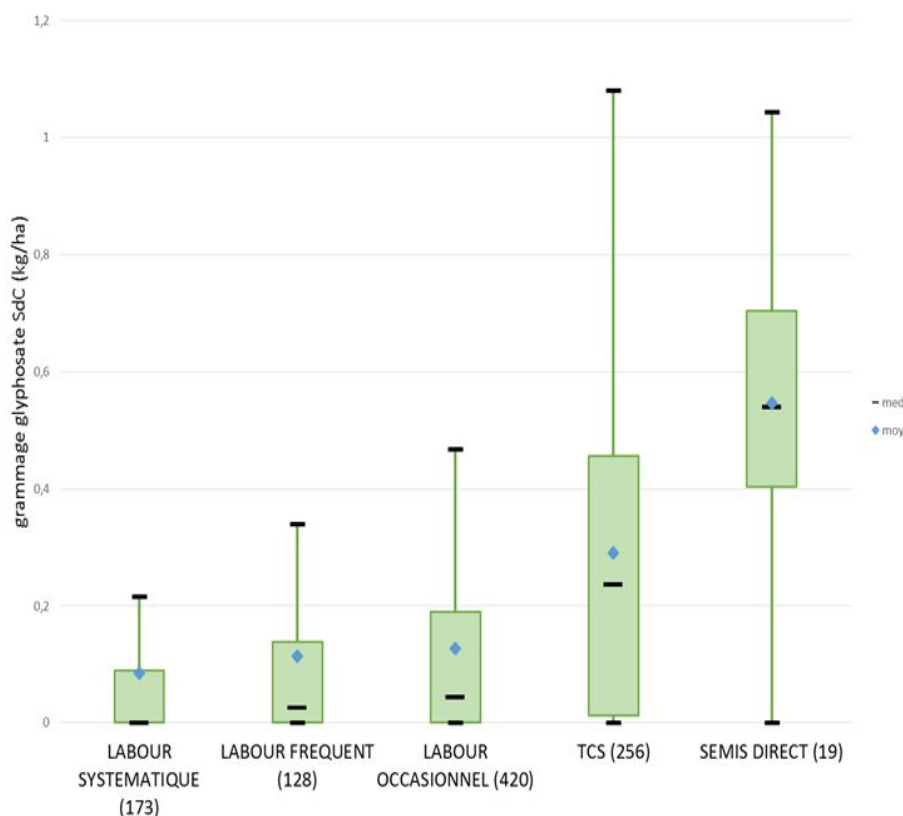
### 3-2-3 Facteurs explicatifs de la variabilité du niveau d'usage de glyphosate, à partir du réseau Dephy



**Figure 7 :** Cartographie du niveau de recours au glyphosate dans les fermes DEPHY pour la filière Grandes Cultures & Polyculture-élevage. Les départements sont colorés en fonction du pourcentage de fermes DEPHY ayant recours au glyphosate. Le chiffre correspond à l'effectif de fermes DEPHY dans chaque département (attention, ce chiffre est faible dans quelques départements, en particulier dans le Var, ce qui limite la robustesse du résultat).

- La fréquence d'usage du glyphosate est la plus importante dans les régions agricoles de production céréalière et oléagineuse sur sols superficiels à intermédiaires, ainsi que dans certains départements du Sud-Ouest (Figure 7).
- Cette géographie du glyphosate s'explique par le lien fort entre l'usage de glyphosate et la réduction du travail du sol. L'usage de glyphosate est nettement moins important pour les systèmes avec labour (et d'autant moins fréquent que le labour est fréquent dans la rotation), que pour les systèmes sans labour. Parmi les systèmes sans labour, les systèmes en semis direct vrai et systématique (aucune intervention de travail du sol ; voir typologie donnée en §2.2) utilisent presque deux fois plus de glyphosate que les systèmes avec travail du sol sans retournement, souvent superficiel. La stratégie de travail du sol étant en partie liée à la taille des exploitations et à la recherche d'une réduction du temps de travail, le glyphosate tend à être plus utilisé dans les très grandes exploitations. Ces exploitations sont plus fréquemment conduites sans labour, et le glyphosate peut être un levier pour augmenter les débits du chantier de préparation des semis, et permettre de semer de grandes surfaces dans un temps limité.

- 100 % des agriculteurs en stratégie de semis direct utilisent le glyphosate, ce qui suggère qu'il n'est pas aujourd'hui possible de concilier ce type de stratégie, intéressante par ailleurs pour ses bénéfices environnementaux, avec le bannissement du glyphosate (cf. §3.6.1). Les systèmes en semis direct sous couvert représentent seulement 2% des effectifs mais utilisent 10% du volume de glyphosate consommé dans le réseau DEPHY pour la filière. Environ 50% des systèmes avec labour et 25 % des systèmes avec travail du sol sans retournement n'utilisent jamais de glyphosate, ce qui suggère qu'il est possible, dans des conditions appropriées, de s'affranchir de l'utilisation de ce produit avec ce type de stratégie. Dans ces différentes situations, on ne dispose pas d'éléments sur l'état de la population d'adventices, notamment sur le niveau de risque engendré par la population de graines dans le sol et la densité d'organes de reproduction végétative des adventices vivaces.



**Figure 8 :** Distribution du niveau d'usage de glyphosate moyen par hectare et par an, en fonction du type de stratégie de travail du sol. Le chiffre entre parenthèse correspond à l'effectif de fermes DEPHY. (TCS = Techniques Culturelles Simplifiées, sans labour)

- Les rotations à base de colza et de céréales (avec éventuellement du tournesol ou des légumineuses à graines), qui correspondent souvent aux sols à potentiels faibles à intermédiaires et qui sont fréquemment conduites sans labour, sont celles qui sont le plus fréquemment associées à un usage de glyphosate.
- Pour les systèmes sans labour, la fréquence d'usage de glyphosate est plus importante sur les sols argileux, par rapport aux sols de texture plus légère.
- La consommation d'herbicides en culture est égale, voire supérieure, dans les fermes qui utilisent du glyphosate par rapport à celles qui n'en utilisent pas. Les traitements au glyphosate pendant l'interculture ne permettent en aucun cas de limiter le nombre de

traitements en culture. Les traitements au glyphosate s'ajoutent aux itinéraires techniques de gestion de la flore adventice.

Ces éléments mettent ainsi en avant quelques facteurs facilitants ou aggravants : composition de la rotation, situation pédoclimatique, durée d'interculture jouant sur le stade de développement atteint par les adventices, etc.

Les alternatives au glyphosate seront donc présentées de manière structurée selon le service agronomique pour lequel le glyphosate est utilisé. Les quatre principaux services identifiés sont la lutte contre les adventices vivaces, la destruction des prairies temporaires, la destruction des couverts d'interculture et le nettoyage avant semis de parcelles reverdies.

### 3-2-4 Alternatives au glyphosate en grandes cultures, efficacité, faisabilité et impact sur les exploitations

*Remarques préliminaires* : Des travaux de recherche de l'INRA comme ceux d'autres instituts, fondés sur l'expérimentation de systèmes de culture innovants ou sur l'analyse de la diversité des pratiques des agriculteurs, démontrent que des combinaisons de leviers techniques sont en mesure de maintenir de bas niveaux d'infestations par des plantes adventices dans les cultures, même en l'absence d'utilisation d'herbicides. Dans ces conditions, les besoins de recours aux herbicides 'en culture' sont réduits (Chikowo et al., 2009 ; Lechenet, 2017). Parmi les leviers identifiés : la diversification des successions culturales, notamment en terme de diversité de période de semis, le recours au labour non systématique pour enfouir les graines des plantes annuelles en profondeur, les décalages de dates de semis pour esquiver les périodes de levée d'adventices, associés ou non à la pratique des faux semis, le choix de variétés et espèces compétitives et vigoureuses dans leur phase d'installation, le semis de plantes « compagnes » limitant la place laissée vacante aux adventices, ce qui réduit leur croissance, la fertilisation modérée sur certaines cultures, le désherbage mécanique en culture...

Cependant les stratégies de gestion fondées sur ces leviers répondent à une problématique de réduction globale de l'usage des herbicides, et donc différente de celle de la réduction de l'usage du glyphosate car (i) elles sont généralement peu efficaces sur adventices vivaces (qui seraient visées pour 25 % des traitements au glyphosate, d'après les doses appliquées) ; (ii) elles permettent de limiter les levées d'adventices en culture à des densités suffisamment basses pour que la compétition nuisible à la culture reste négligeable, alors que le glyphosate utilisé pendant la période d'interculture vise à avoir une parcelle indemne d'adventices à la date de semis. Les alternatives au glyphosate sont donc très spécifiques. Les alternatives au glyphosate sont déclinables en fonction des usages actuels de cette molécule pour lesquels son action est décisive :

- **Lutte contre les adventices vivaces :**
  - Implantation de prairies temporaires pluri-annuelles dans la rotation, en particulier de luzerne. Les fauches répétées de luzerne épuisent les réserves souterraines des vivaces et permettent d'éradiquer efficacement ces adventices, en particulier les chardons (Meiss et al., 2010). Cependant cette alternative est difficilement généralisable. Elle est déployée dans les exploitations où des élevages d'herbivores permettent de valoriser ces fourrages, ou lorsqu'il y a à proximité une usine de production de bouchons de luzerne déshydratés.
  - Travail du sol pendant les périodes d'interculture avec des outils adaptés : les interventions de déchaumage sont assez efficaces sur rumex ; les outils à dents recourbées permettent d'extirper les rhizomes de chiendent, relativement peu profonds,



et de les faire sécher en surface, à condition que les conditions météo soient chaudes et sèches. Elles sont donc à privilégier en été. Ces méthodes ne sont pas efficaces sur chardon ou liseron. Sur chiendent et rumex, elles peuvent s'avérer satisfaisantes uniquement si la parcelle n'est pas trop infestée.

- **Désherbage chimique en culture :** contre les vivaces, c'est l'alternative la plus généralisable. Dans un certain nombre de cas, les produits efficaces sur vivaces ont des spectres plus larges, de sorte que la lutte chimique contre les vivaces en culture ne nécessite pas nécessairement de traitements supplémentaires par rapport aux itinéraires de désherbage chimique visant les adventices habituelles (annuelles et bisannuelles). Par ailleurs, les plantes adventices vivaces sont assez généralement localisées en tâches très marquées dans des portions de parcelle. En cas de traitement spécifique contre les vivaces, des traitements localisés sur les tâches permettent de limiter de façon importante le volume d'herbicide appliqué, à condition de disposer de moyens de localisation précise de ces tâches. L'analyse des pratiques actuelles montre que ces pratiques de traitements localisés sont actuellement encore peu généralisées, notamment parce que les agriculteurs craignent de ne pas traiter des individus isolés plus difficiles à localiser, et que le repérage des foyers n'est pas toujours aisé en culture. Ces petits foyers peuvent être à l'origine d'infestations plus lourdes les années suivantes. La généralisation d'une approche différenciée avec détection des adventices et désherbage (chimique ou mécanique) localisé constitue donc un enjeu majeur. Toutefois, ces herbicides présentent souvent une bonne efficacité pour la destruction des organes végétatifs aériens mais peuvent s'avérer assez fréquemment partiellement défaillant sur la destruction des organes de reproduction souterrains. De plus, ces alternatives chimiques pourraient être compromises en cas d'évolution restrictive de la réglementation sur l'usage des herbicides en culture :
  - Sur chardon des champs, les produits à base de clopyralid, metsulfuron-méthyl, ou d'hormones auxiniques, sont efficaces et leur AMM les autorise dans de nombreuses cultures (céréales, maïs, colza, betterave...);
  - Sur chiendent, les produits à base de sulfosulfuron ou propoxycarbazone sont utilisables en céréales, plusieurs antigraminées foliaires sont utilisables en colza, pois, tournesol, ou maïs ;
  - Sur rumex, les produits à base de fluroxypyr, metsulfuron ou thifensulfuron sont utilisables et efficaces en céréales ;
  - Sur sorgho d'Alep, les produits à base de sulfonilurées utilisables en maïs sont efficaces ;
  - La lutte chimique sans glyphosate est certainement la plus difficile sur les liserons : le fluroxypyr (utilisable en céréale et maïs) et le dicamba (utilisable en maïs) peuvent avoir une efficacité limitée ne permettant généralement pas l'éradication.
- **Destruction des prairies :**

L'alternative au glyphosate est le travail du sol, impliquant soit le labour avec retournement, soit plusieurs interventions successives de travail du sol sans retournement. Le fait que la majorité des destructions de prairie soit actuellement fait sans l'aide de la chimie suggère que l'alternative au glyphosate est globalement mobilisable et aura peu de conséquences pour les exploitations agricoles.
- **Destruction des couverts d'interculture** et des adventices qui s'y développent :

Il existe des alternatives à la chimie pour la destruction des couverts végétaux implantés en interculture, ces couverts fournissant par ailleurs de nombreux services écosystémiques :

- Le gel, dans les régions de France suffisamment froides en hiver (en gros, le centre et le quart Nord Est), à condition de choisir des espèces et des géotypes de plantes de couverture sensibles au gel. Cependant, (i) le gel peut être insuffisant certaines années douces, (ii) pour les semis d'automne, le gel seul ne suffit pas car il intervient trop tard par rapport au semis de la culture de rente, (iii) dans la majorité des cas, des adventices non gélives, qu'il faudra détruire, se développent souvent avec le couvert d'interculture. Seuls les couverts végétaux avec une forte croissance, capables de produire rapidement des niveaux de biomasse très élevés pendant la période d'interculture, sont susceptibles d'être suffisamment étouffants pour réguler les adventices, mais ces situations favorables ne sont pas toujours réunies.
  - Des interventions mécaniques avec des outils de type rouleau « hacheur » (Rolo faca par exemple) constitué de barres qui cassent les tiges permettent de détruire les plantes de couverture, à condition d'avoir choisi des espèces et des géotypes sensibles, pour lesquelles la casse des tiges arrête effectivement la croissance et le développement. Toutefois, les adventices qui se développent avec les couverts d'interculture ne sont que peu affectées par ces interventions mécaniques. Elles doivent donc être maîtrisées par la densité du couvert. Le choix des espèces de couverts doit donc se faire sur la base de traits fonctionnels tels la rapidité de croissance et l'aptitude à la destruction par rouleau hacheur. Les travaux de Cordeau et al (2017) montrent la diversité de traits fonctionnels d'espèces susceptibles d'être utilisées en plantes de couverture. Les travaux mis en œuvre dans le cadre du CTPS (Comité Technique Permanent de la Sélection) et la commission inter-sections sur les plantes de service contribuent également à mieux cerner les services attendus et à offrir une réponse spécifique et variétale ;
  - Le travail du sol est le mode le plus sûr de destruction des couverts végétaux, et ce d'autant plus que des plantes adventices annuelles s'y sont développées. Il peut prendre la forme du labour avec retournement ou de travail sans retournement avec des outils adaptés (par exemple outils à « pattes d'oie », venant détruire les systèmes racinaires sous leur zone de régénération. Il peut venir en complément des autres modes de destruction lorsque ceux-ci ont eu une efficacité insuffisante (sur les plantes de couverture semées ou sur les plantes adventices).
- **Nettoyage des parcelles reverdies avant le semis de la culture suivante :**
    - Avec le retrait du glufosinate, il n'y aura quasiment pas de solution de désherbage chimique alternatif au glyphosate pendant la période d'interculture (à l'exception du dicamba avant maïs). Les herbicides à base d'acide pélargonique (C9:0) sont des défoliants de contact qui bénéficient d'une AMM pour d'autres usages, notamment en viticulture, avec le classement en produit de biocontrôle. Ils pourraient à terme être des candidats, avec une efficacité moindre que le glyphosate sur les vivaces, et surtout un prix qui risque de limiter drastiquement son utilisation à grande échelle.
    - L'implantation de couverts végétaux à forte densité, avec des espèces gélives et sensibles au rouleau « hacheur », peut être un moyen de réguler le développement des adventices et repousses de la culture précédente, mais l'efficacité sur la régulation des adventices est le plus souvent imparfaite, et la destruction du couvert semé peut être elle-même une difficulté (cf. paragraphe précédent).
    - Le travail du sol, avec ou sans retournement, en préparation du sol pour le semis de la culture, est donc l'alternative principale au glyphosate pour cet usage. Il peut, selon les cas, nécessiter un ou plusieurs passages d'outils supplémentaires par

rapport à l'itinéraire technique avec glyphosate, ou la modification de la séquence temporelle des interventions, avec positionnement de la dernière intervention peu de temps avant le semis (voire au moment du semis avec un outil de travail du sol et semis combiné), sans augmentation de la charge globale de travail (cf. discussion sur les impacts des alternatives au glyphosate). Ces pratiques peuvent mettre à profit la technique du faux semis qui consiste à favoriser la germination des adventices présentes dans l'horizon superficiel puis à les éliminer avec l'intervention mécanique suivante alors qu'elles sont à un stade très jeune. Répété plusieurs fois, ce principe permet de retirer une grande partie des adventices en situation de germer.

Le travail du sol (avec ou sans retournement) tient ainsi une place prépondérante dans les alternatives au glyphosate. 100% des agriculteurs du réseau DEPHY qui déclarent avoir réussi à abandonner l'usage du glyphosate dans leur ferme citent le travail du sol comme le levier majeur qui leur a permis d'atteindre ce résultat, éventuellement en combinaison avec d'autres leviers, dont la mise en place de couverts végétaux d'interculture dans de bonnes conditions.

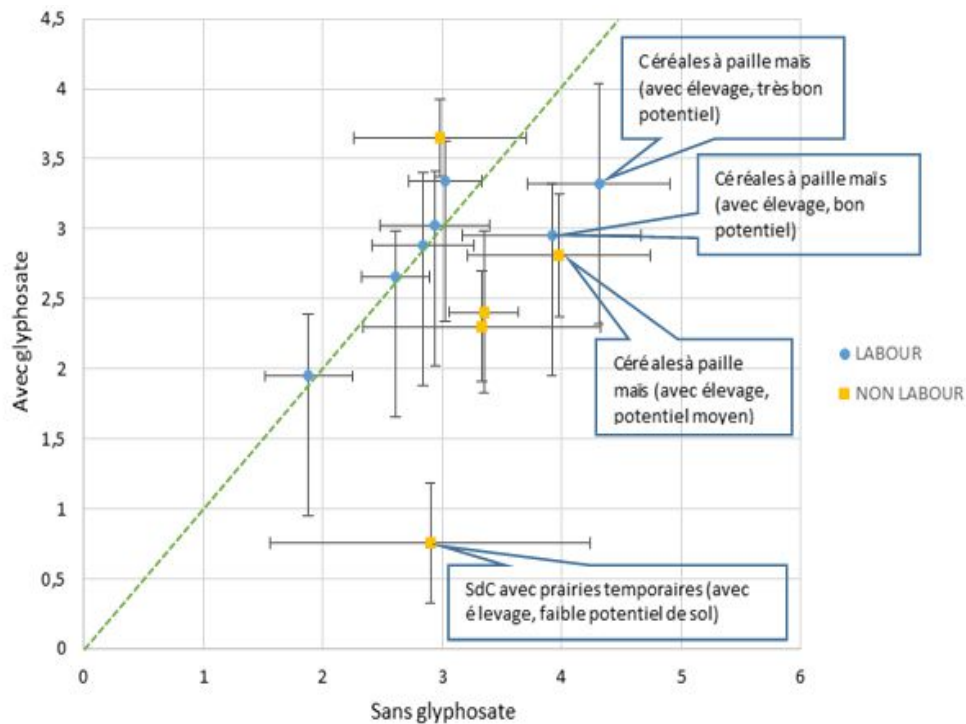
Toutes les terres agricoles ne sont pas équitablement propices à permettre un travail du sol. Ce sera notamment le cas des sols difficiles, superficiels, facilement engorgés ou riches en cailloux. De même, les sols riches en argile profitent souvent de la rigueur hivernale pour que les combinaisons de gel et dégel conduisent à un lit de semence de qualité. Il peut alors y avoir des réticences légitimes à reprendre une action mécanique juste avant le semis de printemps pour détruire quelques adventices car elle pourrait faire perdre une part du bénéfice de l'hiver. Enfin, certains territoires sont classés comme à fort risque d'érosion et le travail du sol peut alors y être déconseillé. Les techniques de semis direct sous couvert y seront logiquement souvent privilégiées pour limiter le risque d'érosion. Intensifier le travail du sol pour pallier à l'abandon du glyphosate peut alors y être problématique.

### **3-2-5 Evaluation des impacts des alternatives au glyphosate sur les performances économiques et environnementales des exploitations**

Ces impacts ont été évalués sur la base de la diversité des pratiques dans le réseau fermes DEPHY, en comparant divers indicateurs (rendement, nombre d'interventions de travail du sol, charges de mécanisation, niveau d'usage d'herbicides hors glyphosate, consommation d'énergie et émissions de gaz à effet de serre), pour des groupes de fermes très comparables utilisant vs. n'utilisant jamais de glyphosate. Pour ne comparer que des fermes très comparables, les 996 fermes ont été stratifiées en groupes homogènes du point de vue (i) du potentiel de rendement déterminé par le pédoclimat, (ii) du lien ou non à l'élevage sur la ferme, (iii) de l'accès ou non à l'irrigation, (iv) de l'accès ou non à la possibilité de cultiver des cultures industrielles à forte valeur ajoutée (du type betterave ou pomme de terre), en lien avec l'agro-industrie locale, (v) du type de succession culturale (céréales-maïs, céréales-colza, céréales-colza-tournesol, céréales-colza-légumineuses, monocultures de maïs, rotation avec cultures industrielles, rotation avec prairies temporaires...), et (vi) du point de vue de la stratégie de travail du sol (avec ou sans labour).

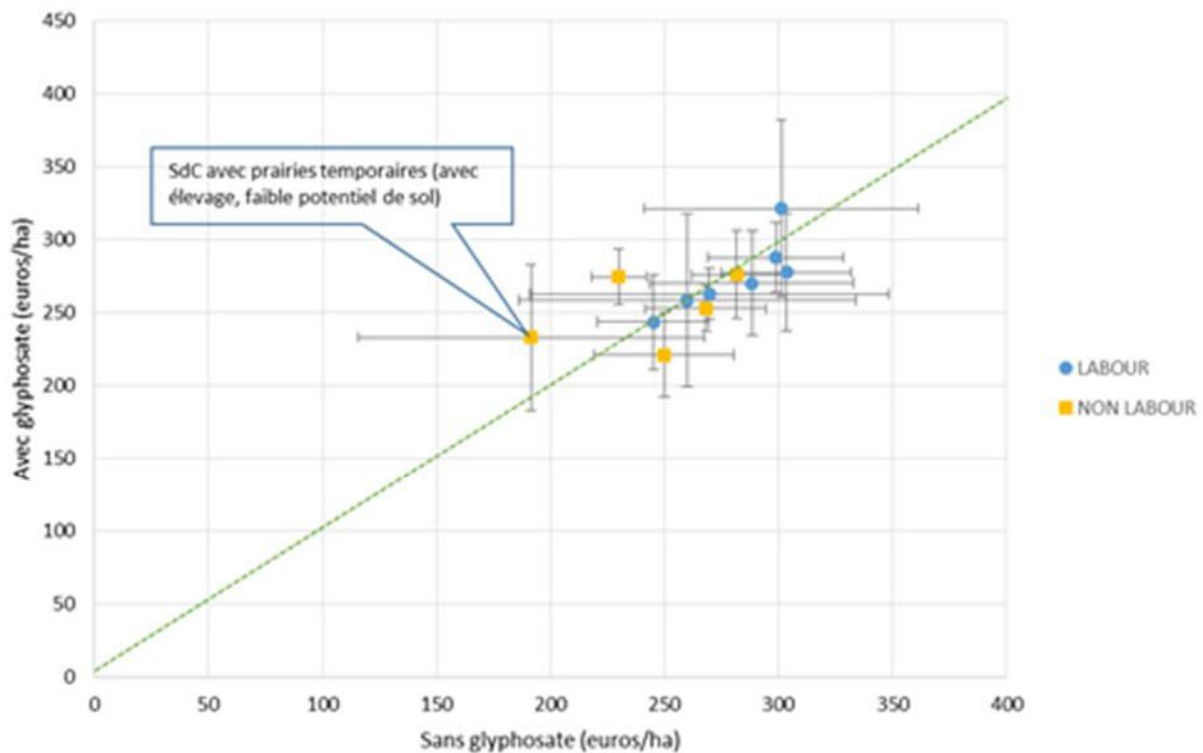
- De façon peu surprenante (car les agriculteurs atteignent toujours leur objectif d'obtenir une parcelle indemne d'adventice au semis, que ce soit avec le glyphosate ou avec des moyens alternatifs), l'usage ou non du glyphosate n'a aucun impact sur le rendement de la culture suivante, ni sur la qualité des produits récoltés.
- Les systèmes sans labour n'utilisant pas de glyphosate tendent à intensifier les itinéraires de travail du sol (4 cas sur 5), avec le plus souvent un passage supplémentaire chaque année

(Figure 9). En revanche, cette augmentation du nombre d'interventions de travail du sol est rarement observée dans les systèmes avec labour au moins occasionnel (2 cas sur 7).



**Figure 9 :** Confrontation du nombre de passages de travail du sol pendant la période d'interculture, pour des systèmes avec vs. sans glyphosate. Chaque point correspond à un groupe de fermes de grandes cultures de même contexte de production, même type de succession culturale, et même type de stratégie de travail du sol (avec vs. sans labour). Les barres horizontales et verticales représentent un écart-type.

- Cette augmentation du nombre d'interventions de travail du sol en l'absence de glyphosate n'affecte pas significativement les charges de mécanisation, qui restent similaires pour les systèmes avec vs. sans glyphosate, dans des contextes de production similaire (Figure 10).

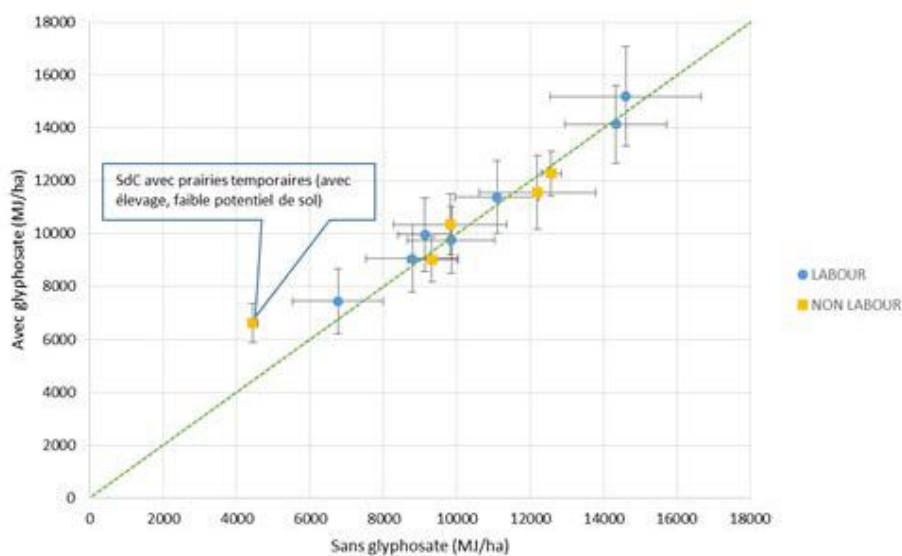


**Figure 10 :** Confrontation des charges de mécanisation pour des systèmes du réseau DEPHY avec vs. sans glyphosate. Chaque point correspond à un groupe de fermes de grandes cultures de même type de contexte de production, même type de succession culturale, et même type de stratégie de travail d sol (avec vs. sans labour). Les barres horizontales et verticales représentent un écart-type.

- En revanche, le fait d'utiliser ou pas du glyphosate peut affecter la date de réalisation des opérations de travail du sol, avec plus systématiquement des passages peu de temps avant le semis pour détruire les adventices (et repousses) si le glyphosate n'est pas utilisé. Ceci peut affecter le débit du chantier de préparation du lit de semences et de semis, ce qui peut poser des difficultés d'organisation du travail dans les grandes exploitations peu diversifiées et ayant beaucoup d'hectares à semer à la même période. C'est en particulier le cas des exploitations sur sols argilo-calcaires superficiels, à potentiels de rendement faibles à moyens, sur lesquelles les marges dégagées par hectare sont limitées, ce qui impose aux agriculteurs de gérer de grandes surfaces pour dégager un revenu agricole suffisant. Dans ce type d'exploitations, qui sont justement celles qui utilisent le plus de glyphosate actuellement, l'abandon de cette technique aura pour conséquence soit une tendance à la diversification des cultures semées pour mieux échelonner les chantiers de semis (effet positif du point de vue agronomique, pas facile à réaliser en pratique dans ces milieux), soit un besoin d'ajustement des équipements de travail du sol et de semis pour augmenter les débits de chantier. Par ailleurs, pour les semis de printemps sur sols argileux, les agriculteurs peuvent être réticents à travailler le sol juste avant le semis de la culture, car ils craignent de dégrader la structure du lit de semences très favorable produite naturellement par les alternances humectation/dessiccation et gel/dégel au cours de l'hiver. Le travail du sol visant à supprimer les plantes qui se développent dans l'interculture peut alors produire des mottes défavorables à la réussite du semis s'il est trop profond.
- On n'observe aucun lien entre l'itinéraire de désherbage pendant l'interculture pour la préparation du semis et l'itinéraire de désherbage chimique en culture. Les fermes DEPHY qui utilisent du glyphosate pendant l'interculture, ont des niveaux d'intensité du désherbage

chimique en culture équivalents, voire plus importants que celles qui n'utilisent pas de glyphosate, à contexte de production et type de travail du sol équivalent. L'utilisation du glyphosate tend donc à augmenter les charges liées au désherbage chimique en culture. Les plantes adventices vivaces, qui justifient l'usage du glyphosate pour environ 10% des traitements, sont gérées par d'autres moyens par les agriculteurs qui n'utilisent pas de glyphosate, sans qu'on puisse identifier d'augmentation des charges imputables à ces moyens alternatifs.

- On n'observe enfin aucun impact de l'usage vs. non usage du glyphosate sur la consommation d'énergie directe (consommation de fioul) et indirecte (fabrication des intrants), à type de contexte de production et type de stratégie de travail du sol équivalent (figure 11)



**Figure 11 :** Confrontation des consommations d'énergie (directe et indirecte, estimées avec la méthode GES'tim) pour des systèmes du réseau DEPHY avec vs. sans glyphosate. Chaque point correspond à un groupe de fermes de grandes cultures de même contexte de production, même type de succession culturale, et même type de stratégie de travail du sol (avec vs. sans labour). Les barres horizontales et verticales représentent un écart-type.

En résumé, la confrontation de systèmes de grandes cultures décrits dans les fermes DEPHY utilisant vs. n'utilisant pas du glyphosate dans des contextes de production similaires, montre que l'alternative au glyphosate, principalement le travail du sol en préparation des semis, tend à augmenter le nombre d'intervention de travail du sol dans certaines situation (dans d'autres cas, cela ne fait que modifier la date de réalisation de ces interventions), sans affecter significativement les charges de mécanisation ni la consommation d'énergie. Le fait de ne pas utiliser de glyphosate ne modifie pas significativement la charge de désherbage en culture. En revanche, l'utilisation du glyphosate permet d'accélérer les débits de chantier de semis, et l'abandon du glyphosate pourra affecter l'organisation du travail dans les grandes exploitations peu diversifiées.

En revanche, le fait de remplacer le glyphosate par la réintroduction du travail du sol dans les systèmes où il n'y a actuellement aucun travail du sol, dans une stratégie de semis direct sous

couvert, constituerait une vraie rupture remettant en cause la stratégie agronomique innovante et les bénéfices environnementaux (cf. paragraphe 3.6 sur les situations orphelines).

La diversité des situations rencontrées dans le réseau Dephy couvre des situations ayant ou n'ayant pas recours au glyphosate. Pour laisser toute sa valeur à la comparaison, l'approche déployée s'est basée sur des regroupements stratifiés et ne gardant que les groupes d'effectif supérieur ou égal à 10. Certaines variables pouvant influencer la dépendance au glyphosate et la facilité à s'en passer ne sont cependant pas renseignées ; on pensera en premier lieu à la taille des stocks de graines d'adventices dans le sol, aux contraintes de calendrier pour intervenir et à la charge mentale pouvant découler du choix de pratiques plus techniques. La nouvelle approche va nécessiter plus d'observations et les interventions seront déployées sur une fenêtre de temps plus courte. Ainsi, il semble important d'insister sur le fait que l'existence même de fermes non dépendantes du glyphosate, n'informe que peu sur les trajectoires les ayant conduites à leur situation ainsi que sur le temps de transition nécessaire pour maîtriser l'abandon du glyphosate.

### 3-3 Usages du glyphosate en Viticulture

#### 3-3-1 Quantités de glyphosate utilisées en viticulture

Nous analysons successivement les données des bases SSP et Dephy-Ferme.

