

# > Alternatives au glyphosate en grandes cultures

## Evaluation économique

### Résumé exécutif

Carpentier A., Fadhuile A., Roignant M., Blanck M., Reboud X., Jacquet F., Huyghe C.



---

Ce travail d'expertise a été réalisé à la demande du Premier Ministre et des Ministres en charge de l'Agriculture et la Transition Écologique et Solidaire, dans le cadre du plan de sortie du glyphosate. Il vise à fournir à l'Anses des éléments sur les impacts économiques du retrait du glyphosate.

---

# Alternatives au glyphosate en Grandes Cultures : Evaluation économique.

## SYNTHESE DU RAPPORT

Auteurs : Carpentier A., Fadhuile A., Roignant M., Blanck M., Reboud X., Jacquet F., Huyghe C.

### Introduction

Le secteur des grandes cultures est du fait de son emprise sur le territoire le secteur de production qui utilise le plus de glyphosate, même si les usages ne sont pas aussi systématiques qu'en viticulture et arboriculture.

En réponse à la saisine conjointe de l'Anses et d'Inrae et en s'appuyant sur le rapport de 2017 (Reboud et al, 2017) qui établissait des alternatives dans les différentes filières de production et identifiait d'éventuelles impasses techniques, comme les cultures en pente, l'agriculture de conservation ou les cultures spécialisées, notre travail d'estimation de l'impact économique des alternatives au glyphosate a reposé, conformément au cahier des charges de l'étude, sur les bases de données publiques complétées par les études publiées, issues principalement des instituts techniques agricoles. Le travail conduit par l'Inrae a bénéficié de la contribution des experts des instituts techniques agricoles des différentes filières concernées.

Le calcul des surcoûts a mobilisé les données de l'enquête Pratiques Culturelles sur les Grandes Cultures et les Prairies de la campagne 2017 (SSP-MAA). A partir de ces données ont été caractérisées les opérations culturales des parcelles utilisant du glyphosate et de celles n'en utilisant pas. Les coûts ont ensuite été estimés grâce au référentiel sur les coûts des opérations culturales publié par l'APCA. Nos résultats renseignent sur les temps de travaux, les coûts de main d'œuvre, de carburants et de mécanisation (investissement et entretien) pour la traction et le travail du sol. Une comparaison aux données du RICA pour les exploitations de grandes cultures permet enfin de situer les surcoûts estimés par rapport au revenu des exploitations agricoles de grandes cultures sur la période 2009-2018.

De manière complémentaire, nous identifions également les difficultés spécifiques à certaines situations ou exploitations dans la possibilité de mettre en œuvre des solutions alternatives au glyphosate.

Signalons enfin que nos estimations de surcoût n'intègrent pas les implications éventuelles sur l'organisation du travail, sur les difficultés de recrutement de main d'œuvre ou d'accès au financement des investissements qui pourraient survenir avec ce changement de pratiques. Elles n'intègrent pas non plus les coûts liés à la phase de transition d'une pratique à une autre (apprentissage, réorganisation des activités).

### 1. Usage du glyphosate en Grandes Cultures

Les données de l'enquête Pratiques Culturelles sur les grandes cultures et prairies de 2017 portent sur un échantillon de 27958 parcelles (22708 en France métropolitaine) représentant 21 millions d'ha (terres arables et prairies permanentes). Elles nous permettent de caractériser les usages de glyphosate pour la plupart des grandes cultures et sont représentatives de la quasi-totalité de la surface française de ces cultures.

On constate que sur les grandes cultures (hors prairies), 18,9 % des surfaces reçoivent au moins un traitement de glyphosate (1,1 en moyenne) avec une quantité de substance active de 824,5 g par ha.

Les principales cibles de l'usage de glyphosate telles que déclarées par les agriculteurs sont :

- La lutte contre les adventices vivaces et repousses pour 77,8% des usages
- La destruction de couverts végétaux pour 16,1% des usages
- La destruction de prairies pour 2,1% des usages

Les doses moyennes d'utilisation du glyphosate diffèrent selon la cible visée par l'application, mais relativement peu. En moyenne, 892 g/ha sont appliqués pour une destruction de prairies, 782 g/ha pour une destruction de couvert végétal d'inter-culture, 886 g/ha pour les applications ciblant les vivaces, 780 g/ha pour détruire des repousses de cultures et 773 g/ha pour détruire des adventices non vivaces.

Sur la campagne 2017, 98% des applications de glyphosate ont été réalisées en inter-culture, i. e. après la récolte de la culture précédente et avant le semis de la culture enquêtée pour la campagne 2016-2017.

Sont signalés également quelques usages très spécifiques en culture et/ ou inter-culture :

- Le contrôle des adventices localisés dans les cultures, ou en bords de champs, sur des cultures portes graines en période de repos végétatif et production de semences
- La dessiccation avant récolte
- Le rouissage du lin

Certains de ces usages (2% des applications) sont importants pour certaines filières ou situations. Les données de l'enquête Pratiques Culturelles ne nous permettent pas d'étudier leurs alternatives. En production de semences fourragères, potagères et de céréales, les exigences de pureté spécifique incitent à l'utilisation de glyphosate pour s'assurer de l'efficacité du désherbage dans les cultures porte-graines et de l'absence de présence de graines d'adventices dans la récolte (Guérin 2019).

L'usage de glyphosate pour dessiccation est interdit depuis décembre 2019. Enfin, la filière lin s'est engagée dans une démarche de recherche de solutions alternatives à l'utilisation du glyphosate pour détruire les adventices pendant la période de rouissage.

Notre travail concerne les usages du glyphosate en inter-culture, où il sert à préparer la parcelle au semis de la culture à suivre en la nettoyant des adventices et des éventuelles repousses des cultures précédentes. Notre travail porte sur l'utilisation de glyphosate en grandes cultures en France métropolitaine. Il porte sur 17342 parcelles en grandes cultures annuelles conduites selon un mode de production conventionnel. Cet échantillon est représentatif d'une superficie de 11,3 millions d'hectares en grandes cultures, soit 90,4 % de la surface de grandes cultures conduite selon un mode de production conventionnel en France lors de la campagne 2016/2017. Tous les résultats statistiques présentés dans de ce rapport reposent sur cet échantillon.

## **2. Les alternatives au glyphosate**

### **2.1 Peu d'alternatives chimiques**

Deux substances actives de synthèse, autres que le glyphosate, sont actuellement autorisées pour un usage herbicide en inter-culture : le dicamba et l'hormone 2.4D. Elles sont plus coûteuses que le

glyphosate et ne sont pas efficaces sur graminées (Labreuche, 2019). Leur usage en 2017 est donc anecdotique.

Dans nos données, les IFT herbicides moyens hors glyphosate des parcelles avec et sans utilisation de glyphosate sont proches. Cela suggère une absence de substitution entre le glyphosate et les autres herbicides sélectifs utilisés en pré-levée ou en culture.

## **2.2 Travail du sol et désherbage mécanique**

Le travail du sol et le désherbage mécanique en inter-culture (voire en début de culture pour le désherbage mécanique) sont les principaux leviers de contrôle des adventices sans glyphosate (Reboud et al, 2017). Les interventions de travail du sol et le désherbage mécanique peuvent sectionner les adventices, remonter en surface tout ou partie des adventices de sorte à les faire sécher ou les enfouir. Elles permettent également de réaliser des faux-semis, qui après destruction des plantes ayant levé, diminuent la pression adventice dans l'horizon superficiel. En outre, le travail du sol peut induire un effet sur la dormance et la germination des adventices.

Dans la plupart des cas, les outils utilisés visent simultanément à travailler le sol et à contrôler les adventices. On distingue les opérations culturales selon la profondeur du travail du sol réalisé :

### *i. Roulage et broyage des végétaux*

Les rouleaux, lisses ou non lisses, ainsi que les broyeurs de végétaux sont trois types d'outils permettant de détruire les couverts végétaux sans travail du sol.

### *ii. Travail très superficiel du sol et Travail superficiel du sol*

Les travaux du sol très superficiels (<8cm) et superficiels (8-15cm) sont effectués par de nombreux types d'outils : déchaumeurs, cultivateurs, sarcleuses, bineuses, herse, etc. Le choix de l'outil est effectué selon les objectifs visés (destruction des repousses et adventices, mais aussi restructuration des horizons tassés, répartition ou incorporation des pailles, etc.)

### *iii. Travail profond du sol sans retournement*

Travailler le sol sans le retourner va mobiliser différents outils tels que sous-soleuses, décompacteurs, roto-bêche, machine à bêcher, cultivateur à dents et cultivateur à disques

### *iv. Labour*

Pour le contrôle des adventices, le labour enfouit le stock semencier présent à la surface du sol, ce qui entraîne la mise en dormance voire le blocage de la germination des semences, et favorise leur dégradation. Il permet ainsi une diminution du taux de germination par effet de dilution des semences sur l'épaisseur travaillée, et la destruction des adventices germées. Le labour perturbe également le développement des rhizomes des vivaces. Cependant, un labour peut aussi faire remonter en surface des semences d'adventices enfouies encore capables de germer.

## **3. Les facteurs liés aux différences observées dans l'utilisation du glyphosate**

Notre analyse descriptive des données de l'enquête Pratiques Culturales montre que l'usage de glyphosate en inter-culture varie selon plusieurs facteurs : la culture et son précédent, la longueur de l'inter-culture, la stratégie de travail du sol, la taille des exploitations, la zone climatique, les caractéristiques des sols.

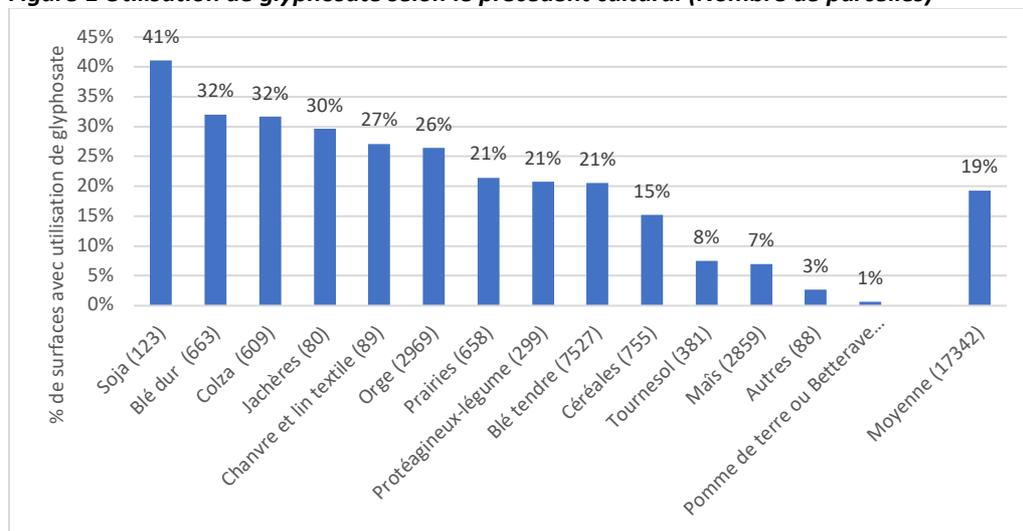
Ces différents éléments sont souvent liés entre eux, ce qui va nous conduire à choisir une méthodologie adaptée pour comparer des parcelles dans des conditions équivalentes. L'analyse

descriptive qui suit permet d'identifier les facteurs qui interviennent dans ces différences d'utilisation du glyphosate.

### 3.1 Glyphosate et type de précédent cultural

Le glyphosate permet de gérer les adventices d'automne et les repousses de précédents culturaux. Il est plus souvent utilisé après les cultures de soja, colza et blé dur. Il est également utilisé sur 30% de surfaces après jachères. Les précédents à repousse (céréales hors maïs, colza) représentent plus de 60 % de la surface en grandes cultures. 23.1 % d'entre elles reçoivent du glyphosate contre 12.8 % des surfaces avec un précédent ne faisant pas de repousses. Plus que la longueur des inter-cultures en jours, qui peuvent accueillir un semis de couvert végétal pour les plus longues, c'est la présence d'un précédent à repousses qui semble expliquer un usage du glyphosate plus élevé en inter-culture courte ou très longue.

**Figure 1 Utilisation de glyphosate selon le précédent cultural (Nombre de parcelles)**



Source : nos calculs d'après enquête PK 2017 GC et prairies

### 3.2 Glyphosate et stratégie de travail du sol

La nature et l'intensité du travail du sol interviennent fortement dans le recours ou non au glyphosate. Nous avons distingué dans notre analyse cinq stratégies de travail du sol selon la typologie définie dans Reboud et al. (2017) : semis direct, techniques culturales simplifiées, labour occasionnel, labour fréquent et systématique. Les données de l'enquête Pratiques Culturelles nous permettent de quantifier la place respective de ces différentes stratégies dans l'occupation des sols et dans l'utilisation de glyphosate (Tableau 1)

Les stratégies de gestion de l'état des sols et de contrôle des adventices, sont de fait très imbriquées, en raison du double rôle du travail du sol. D'un côté, le travail du sol a des avantages qui sont de restaurer rapidement la structure des sols tassés, d'améliorer le contrôle des adventices et des repousses, de préparer le lit de semences et de réchauffer rapidement le sol au moment des semis, ce qui permet à la plante de lever plus rapidement. De l'autre côté, les inconvénients du travail du sol sont de perturber la vie des sols et la structure des sols créée par l'activité biologique, d'accroître l'érosion et favoriser l'évaporation de l'eau. Les techniques de non-labour (semis direct et techniques culturales simplifiées) visent à limiter ces effets et à favoriser la vie biologique des sols. Elles reposent cependant souvent sur un contrôle chimique des adventices et des couverts d'inter-culture, largement assuré par l'utilisation de glyphosate. Ainsi, selon nos calculs, 86% des surfaces en semis direct et 39%

des surfaces en techniques culturales simplifiées reçoivent du glyphosate l'année de l'enquête, contre seulement 7,6% en surface des parcelles labourées systématiquement.

**Tableau 1 Utilisation du glyphosate et intensité du travail du sol**

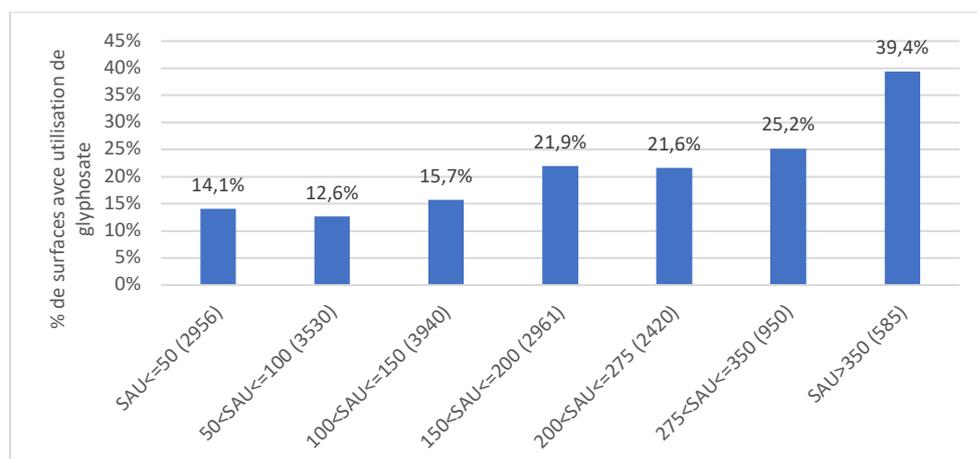
	Caractéristiques de la stratégie de travail du sol		Importance des superficies concernées et place de l'utilisation de glyphosate		
	Labour  (pendant les 6 années 2012-2017)	Travail du sol autre que labour  (année de l'enquête)	Nombre de parcelles enquêtées	Part dans la surface totale	Part de surface avec glyphosate
<b>Semis direct (SD)</b>	aucun	Non	300	<b>1.7%</b>	<b>85.9%</b>
<b>Techniques culturales simplifiées (TCS)</b>	aucun	Oui	2663	<b>18.1%</b>	<b>39.3%</b>
<b>Labour occasionnel</b>	1 à 2 fois sur 6 ans	Oui	3080	<b>18.6%</b>	<b>24.3%</b>
<b>Labour Fréquent</b>	3 à 5 fois sur 6 ans	Oui	5769	<b>33.7%</b>	<b>11,90%</b>
<b>Labour systématique</b>	Tous les ans	Oui	5530	<b>27.9%</b>	<b>7.6%</b>

Source : nos calculs d'après enquête PK 2017 GC et prairies

### 3.3 Glyphosate et taille des exploitations

La fréquence d'utilisation de glyphosate apparaît très liée à la taille des exploitations (Figure 2) avec un effet par paliers. Les parts de surface traitées au glyphosate sont de l'ordre de 14% pour les exploitations de moins de 150 ha de SAU, d'environ 23% pour celles dont la SAU est comprise entre 150 et 350 ha et de près de 40% pour celles dont la SAU dépasse 350 ha.

**Figure 2 Utilisation de glyphosate selon la SAU de l'exploitation (Nombre de parcelles concernées)**

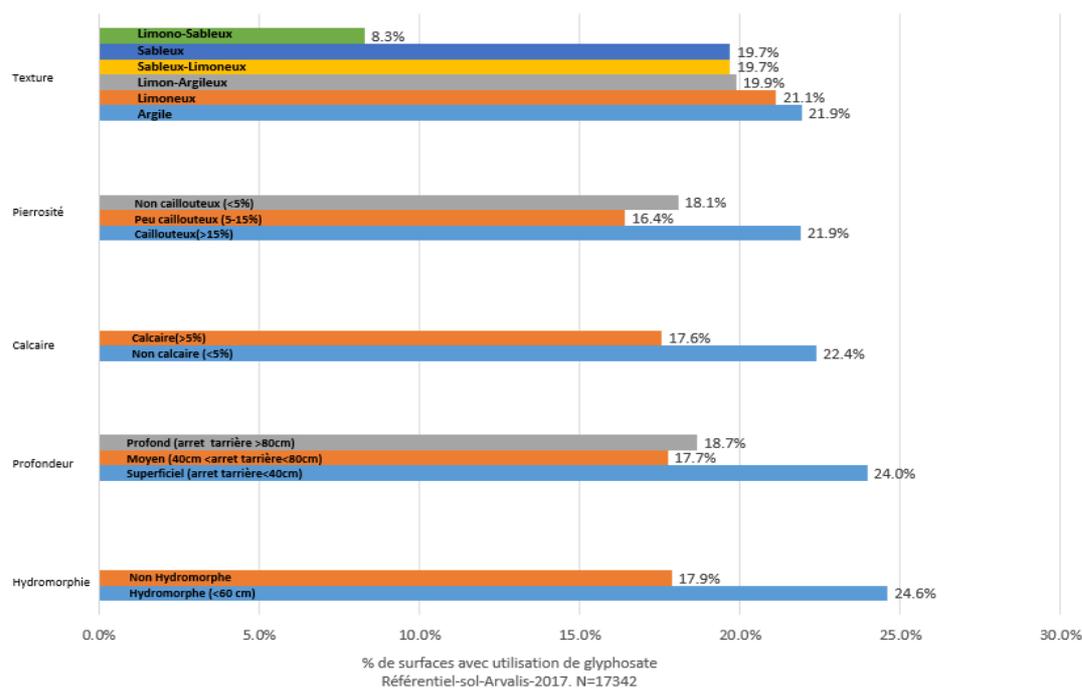


Source : nos calculs d'après enquête PK 2017 GC et prairies

### 3.4 Glyphosate et caractéristiques des sols

Les caractéristiques pédologiques de la parcelle 'expliquent' également l'usage du glyphosate (Figure 3) Les parcelles à sols hydromorphes sont plus souvent traitées au glyphosate (24.6%) que les celles aux sols non hydromorphes (17.4%). 24 % des surfaces à sols superficiels reçoivent du glyphosate, contre seulement 18% des surfaces à sols profonds ou semi-profonds.

Figure 3 Utilisation de glyphosate selon des paramètres de caractérisation des sols.



NB : les paramètres considérés dans la caractérisation des sols sont ceux du référentiel des sols d'Arvalis.

### 3.5 Interactions entre stratégies travail du sol, taille des exploitations et caractéristiques des sols

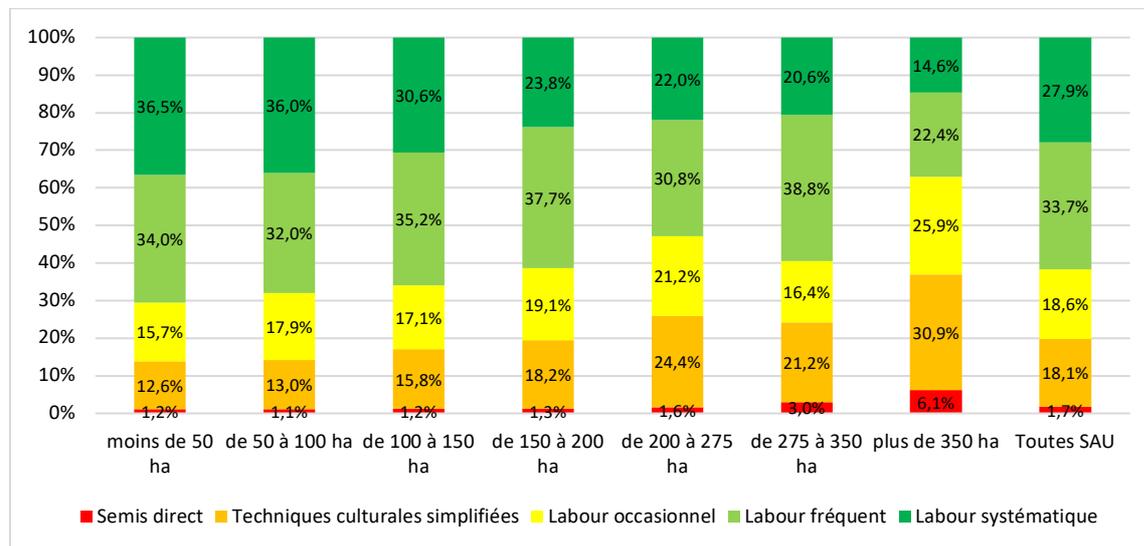
Les résultats précédents montrent que les deux éléments les plus directement liés à l'utilisation de glyphosate en inter-culture sont la stratégie de travail du sol mise en œuvre sur la parcelle considérée et la taille de l'exploitation à laquelle appartient cette parcelle. Les caractéristiques pédologiques des sols interviennent également.

On constate que la taille des exploitations et la stratégie de travail du sol sont également très liées d'un point de vue statistique. La Figure 4 montre ainsi que près de 37% des surfaces des exploitations dont la SAU dépasse 350 ha ne sont pas labourées. Cette part de surfaces non labourées est autour de 20 -25% pour les exploitations dont la SAU est comprise entre 150 et 350 ha, et de moins de 14% pour les exploitations dont la SAU est inférieure à 50 ha.

On constate également un lien entre la taille des exploitations, le type de sols et les stratégies de travail du sol. Si en moyenne 16% des surfaces de grandes cultures sont sur des sols superficiels et/ou caillouteux, cette part est de 24% pour les plus grandes exploitations (plus de 275 ha). Sur les très

grandes exploitations, 78% des surfaces en semis direct sont sur sols superficiels et caillouteux, contre 43% pour l'ensemble.

**Figure 4 Répartition des stratégies de travail du sol par classe de taille des exploitations (% de surface)**



Source : nos calculs d'après enquête PK 2017 GC et prairies

## 4. Méthodologie d'estimation des surcoûts

### 4.1 Principes généraux

Nos estimations de surcoûts reposent sur deux hypothèses.

- Selon notre première hypothèse, intensifier suffisamment la stratégie de travail du sol permet de contrôler efficacement les adventices sans glyphosate. Cette hypothèse est cohérente avec les faits observés. Par exemple, les agriculteurs qui labourent fréquemment leurs sols emploient très peu de glyphosate et nos calculs montrent que nombre d'entre eux n'en utilisent pas.
- Notre seconde hypothèse est que les agriculteurs maîtrisent les pratiques qu'ils ont adoptées après le retrait du glyphosate. Cette hypothèse est également cohérente avec les faits observés dans la mesure où nos scénarios supposent que les agriculteurs utilisateurs de glyphosate ne font qu'adopter et adapter à leur situation des pratiques déjà utilisées par des agriculteurs qui utilisent peu ou pas de glyphosate.

Notre approche est ainsi basée sur la comparaison statistique des choix de désherbage et de travail du sol des agriculteurs utilisateurs de glyphosate d'une part, et des agriculteurs non utilisateurs de glyphosate d'autre part, se situant dans des conditions comparables. Le nombre important de variables à prendre en considération pour caractériser ces conditions comparables ne nous a pas permis de travailler sur la base d'une simple typologie mais nous a conduit à choisir une méthode économétrique de jumelage statistique permettant de comparer les parcelles avec utilisation de glyphosate à celles qui n'en utilisent pas tout en étant « similaires » selon un certain nombre de variables. Cette méthode dite de pondération par les scores de propension est couramment employée en statistique médicale et en économétrie.

De nombreux facteurs explicatifs des choix des agriculteurs en matière de contrôle des adventices et de gestion de l'état des sols sont renseignés dans les données dont nous disposons, à l'échelle de la

parcelle enquêtée. Pour caractériser les parcelles nous avons ainsi retenu les variables suivantes et leurs interactions :

- caractéristiques des sols : Profondeur, hydromorphie, pierrosité, texture, calcaire
- localisation géographique : zonage climatique défini par le SSP
- SAU de l'exploitation et orientation technico-économique agrégée (spécialisation en grandes cultures, spécialisation en élevage, autres spécialisations) de l'exploitation dont fait partie la parcelle enquêtée,
- état de pression en adventices en culture tel que perçue par l'agriculteur,
- caractéristiques de l'inter-culture considérée : espèce implantée, présence d'un couvert implanté, précédent cultural, dates d'implantation de la culture et de récolte du précédent, historique de labour sur 6 ans incluant l'année d'enquête.

Cette approche de construction de « jumeaux statistiques » a par ailleurs l'avantage de permettre d'identifier, selon des critères statistiques, les agriculteurs potentiellement en « situation délicate » en cas de retrait du glyphosate. Il s'agit des agriculteurs utilisateurs de glyphosate dont les conditions d'exploitation sont telles qu'il n'existe pas, ou très peu, d'agriculteurs qui n'utilisent pas de glyphosate dans des conditions équivalentes.

#### 4.2 Les scénarios retenus

La stratégie de travail du sol étant l'élément majeur permettant de contrôler les adventices en absence d'utilisation de glyphosate, nous comparons ainsi :

- ce que font les agriculteurs utilisant du glyphosate dans le cadre d'une stratégie de travail du sol donnée, à
- ce que font les agriculteurs n'utilisant pas ou peu de glyphosate dans le cadre de systèmes de cultures avec une stratégie de travail du sol similaire ou plus intense, et dans des conditions équivalentes par ailleurs.

Ainsi un scénario est défini par un couple liant une « situation de départ » et une « situation d'arrivée », chacune caractérisée par une intensité de travail du sol (définie dans le Tableau 1).

Nous construisons ainsi 3 scénarios :

- Le scénario général de référence suppose que les parcelles en semis direct, techniques culturales simplifiées ou labour occasionnel passent en labour fréquent en cas de retrait du glyphosate. Dans ce scénario, les parcelles en labour fréquent restent en labour fréquent et celles en labour systématique restent en labour systématique (cas décrit par la figure 5).
- Le scénario général « extrême », dans lequel toutes les parcelles seraient systématiquement labourées (cas de la figure 6).
- Un scénario spécifique pour les parcelles non labourées, en semis direct ou en techniques culturales simplifiées (Figure 7). Il s'agit ici de tenir compte du fait que les agriculteurs ayant abandonné le labour auront fait évoluer leur parc de matériel et seront probablement très réticents à « retourner leurs sols » même en cas de retrait du glyphosate. La stratégie de travail du sol avec labour occasionnel (1-2 fois au cours de 6 années) est ici considérée comme une stratégie de travail du sol permettant de définir des scénarios à mi-chemin entre les scénarios d'adoption de stratégies de travail du sol à labour fréquent et les scénarios de maintien des stratégies sans labour, et permettant de maintenir l'essentiel des services agronomiques et écosystémiques recherchés par le semis direct et les techniques culturales simplifiées.

**Figure 5 : Scénario général de référence : adoption d'une stratégie avec labour « au moins fréquent » (nombre de parcelles et superficies concernées)**

		Situation de départ (avec ou sans glyphosate)					Nb parc.	Part de surf.
		SD	TCS	Labour occasionnel	Labour fréquent	Labour systématique		
Nb total de parc. dont avec glyphosate sans glyphosate		300	2663	3080	5769	5530		
		244	1040	714	759	419		
		58	1623	2366	5010	5111		
Part de surface		1.7%	18.1%	18.6%	33.7%	27.9%		
Part de surf. traitée au glyphosate		85.8%	39.3%	24.2%	11.9%	7.6%		
Situation d arrivée (sans glyphosate)	Labour occa.						2366	14.1%
	Labour fréq.	$N_1=300$ vs $N_0=5010$	$N_1=2663$ vs $N_0=5010$	$N_1=3080$ vs $N_0=5010$	$N_1=5769$ vs $N_0=5010$		5010	29.7%
	Labour syst.					$N_1=5530$ vs $N_0=5111$	5111	25.8%

**Figure 6 : Scénario général « extrême » : adoption de la stratégie labour systématique (nombre de parcelles et superficies concernées)**

		Situation de départ (avec ou sans glyphosate)					Nb parc.	Part de surf.
		SD	TCS	Labour occasionnel	Labour fréquent	Labour systématique		
Nb total de parc. dont avec glyphosate sans glyphosate		300	2663	3080	5769	5530		
		244	1040	714	759	419		
		58	1623	2366	5010	5111		
Part de surface		1.7%	18.1%	18.6%	33.7%	27.9%		
Part de surf. traitée au glyphosate		85.8%	39.3%	24.2%	11.9%	7.6%		
Situation d arrivée (sans glyphosate)	Labour occa.						2366	14.1%
	Labour fréq.						5010	29.7%
	Labour syst.	$N_1=300$ vs $N_0=5111$	$N_1=2663$ vs $N_0=5111$	$N_1=3080$ vs $N_0=5111$	$N_1=5769$ vs $N_0=5111$	$N_1=5530$ vs $N_0=5111$		5111

**Figure 7 : Scénario spécifique pour les parcelles non labourées (nombre de parcelles et superficies concernées)**

		Situation de départ (avec ou sans glyphosate)					Nb parc.	Part de surf.
		SD	TCS	Labour occasionnel	Labour fréquent	Labour systématique		
Nb total de parc. dont avec glyphosate sans glyphosate		300	2663	3080	5769	5530		
		244	1040	714	759	419		
		58	1623	2366	5010	5111		
Part de surface		1.7%	18.1%	18.6%	33.7%	27.9%		
Part de surf. traitée au glyphosate		85.8%	39.3%	24.2%	11.9%	7.6%		
Situation d arrivée (sans glyphosate)	Labour occa.	$N_1=300$ vs $N_0=2366$	$N_1=2663$ vs $N_0=2366$				2366	14.1%
	Labour fréq.						5010	29.7%
	Labour syst.						5111	25.8%

### 4.3 Calculs des surcoûts

Les surcoûts considérés sont ceux de la phase d'utilisation maîtrisée des pratiques alternatives au glyphosate. Sont pris en compte l'ensemble des coûts des interventions, qu'il s'agisse de pulvérisations d'herbicides, de labours, de binages ou de broyages de couverts d'inter-culture. Sont estimés (i) les dépenses d'herbicides des traitements chimiques, (ii) les consommations en carburant et les besoins de main d'œuvre de l'ensemble des interventions et (iii) les charges de mécanisation de l'ensemble des interventions. Ces charges de mécanisation sont définies comme la somme des charges d'investissements (amortissements des nouveaux équipements) et d'entretien des équipements – tracteurs et outils tels que les charrues, herSES, pulvérisateurs, etc – telles que ces charges ont été calculées par l'APCA (APCA, 2018) et reprises dans les barèmes d'entraide édités par les fédérations des CUMA.

Les surcoûts non considérés sont d'une part ceux qui sont liés à des éléments non quantifiables (tels que l'impact économique de changements d'assolements ou incidence des contraintes de jours disponibles pour le travail du sol) et ceux qui concernent la phase de transition (investissements immatériels, erreurs liées à un manque d'expérience avec la nouvelle pratique, coûts de transaction – liés au « démarrage » de la mise en œuvre des nouvelles pratiques, etc.)

## 5. Résultats

### 5.1. Estimation des surcoûts pour le scénario général de référence

Ce scénario a été choisi en tant que scénario de référence parce que les exploitations pratiquant des systèmes à labour fréquent sont nombreuses, utilisent très peu de glyphosate et ont des caractéristiques très variées, ce qui implique les stratégies de travail de sol avec labour fréquent sont des stratégies qui peuvent être mises en place sur la plupart des exploitations et permettre de contrôler les adventices de manière satisfaisante sans glyphosate.

Dans ce premier tableau, sont présentés les impacts du scénario, sans glyphosate avec passage au labour fréquent, lorsqu'il est appliqué aux parcelles en semis direct. Il se traduit (première colonne du tableau) par une diminution de 0,359 points de l'IFT glyphosate, une augmentation de 0,194 interventions mécaniques sur les couverts végétaux et de 3,347 interventions de travail du sol. Le total de la main d'œuvre augmente finalement de 1,43 heures par ha (dernière colonne). On observe également une augmentation de la quantité de carburant de 30,55 litres/ha.

Ainsi pour les 1.7% de surfaces de grandes cultures en semis direct, la mise en œuvre d'une stratégie de travail du sol à labour fréquent sans glyphosate engendre un surcoût moyen annuel estimé à 79.83 €/ha. Ce surcoût se répartit pour environ la moitié en coût de mécanisation, un quart pour le carburant et un quart pour la main d'œuvre. Le surcoût lié au travail sol, de 102.86 €/ha, n'est compensé que par une économie de 23.57 €/ha sur les traitements herbicides au glyphosate (coûts de pulvérisation compris). Le surcoût annuel en charges de mécanisation inclut, sous forme annualisée, des investissements nécessaires pour l'acquisition et le renouvellement des équipements nécessaires au travail du sol et au désherbage mécanique. Il suppose l'acquisition d'un parc d'équipement et de puissance de traction adaptée qui sont inclus dans le calcul des surcoûts.

**Tableaux 2 Surcoûts moyens estimés dans le scénario général de référence pour les traitements au glyphosate (mesurés en IFT) et pour les interventions mécaniques de travail du sol et sur les couverts végétaux (mesurés en nombre d'intervention).**

Chaque tableau correspond à une situation de départ différente en termes de stratégie de travail du sol (Semis Direct, Techniques de cultures simplifiées, Labour occasionnel, fréquent, systématique).

**Semis Direct**

	Semis direct avec ou sans glyphosate → Labour fréquent sans glyphosate								
	Part de surface dans les surfaces de grandes cultures: 1.7%								
	Effet du scénario	Coûts financiers (€/ha)					Carbu-rant (l/ha)	Main d'œuvre (h/ha)	
	Glypho-sate	Equipe-ment	Carbu-rant	Main d'œuvre	Total sans MO	Total			
Traitements au glyphosate	-0.359	-11.93	-8.44	-0.88	-2.32	-21.25	-23.57	-1.25	-0.14
Interventions mécaniques sur couvert	0.194		0.77	-0.01	-0.22	0.76	0.54	-0.02	0.00
Interventions de travail du sol très superficiel	1.839		17.95	6.44	7.23	24.39	31.62	9.20	0.43
Interventions de travail du sol superficiel	0.702		8.54	3.62	4.55	12.17	16.72	5.18	0.29
Interventions de travail du sol profond, hors labour	0.140		3.26	1.09	1.19	4.35	5.54	1.55	0.07
Labour	0.666		24.30	11.13	13.56	35.42	48.98	15.90	0.78
Toutes interventions de travail du sol	3.347		54.05	22.28	26.53	76.33	102.86	31.82	1.57
Interventions mécaniques et traitements au glyphosate		-11.93	46.38	21.39	23.99	55.84	79.83	30.55	1.43

**Tableaux 2 (suite) Surcoûts moyens estimés dans le scénario général référence pour les traitements au glyphosate et interventions mécaniques de travail du sol et sur les couverts végétaux. Toutes parcelles, par type de stratégie de travail du sol**

**Situation de départ : Techniques culturales simplifiées**

	Techniques culturales simplifiées avec ou sans glyphosate → Labour fréquent sans glyphosate								
	Part de surface dans les surfaces de grandes cultures: 18.1%								
	Effet du scénario	Coûts financiers (€/ha)					Carbu-rant (l/ha)	Main d'œuvre (h/ha)	
	Glypho-sate	Equipe-ment	Carbu-rant	Main d'œuvre	Total sans MO	Total			
Traitements au glyphosate	-0.134	-4.98	-3.49	-0.37	-0.98	-8.84	-9.81	-0.52	-0.06
Interventions mécaniques sur couvert	0.078		-0.12	-0.10	0.04	-0.22	-0.19	-0.14	0.01
Interventions de travail du sol très superficiel	0.035		0.88	0.23	0.59	1.12	1.71	0.33	0.04
Interventions de travail du sol superficiel	-0.033		0.33	0.09	0.16	0.42	0.57	0.13	0.02
Interventions de travail du sol profond, hors labour	-0.184		-4.35	-1.55	-1.65	-5.90	-7.55	-2.21	-0.10
Labour	0.553		20.51	9.21	11.30	29.71	41.02	13.15	0.65
Toutes interventions de travail du sol	0.354		17.36	7.98	10.40	25.35	35.74	11.41	0.61
Interventions mécaniques et traitements au glyphosate		-4.98	13.69	7.51	9.45	16.18	25.63	10.73	0.56

**Situation de départ : Labour occasionnel**

	Labour occasionnel avec ou sans glyphosate → Labour fréquent sans glyphosate								
	Part de surface dans les surfaces de grandes cultures: 18.6%								
	Effet du scénario	Coûts financiers (€/ha)					Carbu-rant (l/ha)	Main d'œuvre (h/ha)	
	Glypho-sate	Equipe-ment	Carbu-rant	Main d'œuvre	Total sans MO	Total			
Traitements au glyphosate	-0.091	-3.22	-2.16	-0.24	-0.65	-5.61	-6.27	-0.34	-0.04
Interventions mécaniques sur couvert	0.066		0.29	0.02	0.15	0.30	0.45	0.02	0.01
Interventions de travail du sol très superficiel	0.109		1.12	0.35	0.52	1.46	1.98	0.49	0.03
Interventions de travail du sol superficiel	-0.060		-0.82	-0.35	-0.32	-1.16	-1.49	-0.49	-0.02
Interventions de travail du sol profond, hors labour	-0.130		-2.70	-0.97	-1.02	-3.67	-4.69	-1.38	-0.06
Labour	0.306		9.90	4.74	4.81	14.65	19.46	6.78	0.27
Toutes interventions de travail du sol	0.230		7.50	3.78	3.98	11.28	15.26	5.40	0.22
Interventions mécaniques et traitements au glyphosate		-3.22	5.61	3.56	3.47	5.94	9.42	5.08	0.19

### Situation de départ : Labour fréquent

	Labour fréquent avec ou sans glyphosate								
	→ Labour fréquent sans glyphosate								
	Part de surface dans les surfaces de grandes cultures: 33.7%								
Effet du scénario	Coûts financiers (€/ha)						Carburant (l/ha)	Main d'œuvre (h/ha)	
	Glyphosate	Équipement	Carburant	Main d'œuvre	Total sans MO	Total			
Traitements au glyphosate	-0.044	-1.47	-1.11	-0.12	-0.31	-2.70	-3.01	-0.17	-0.02
Interventions mécaniques sur couvert	-0.021		-0.64	-0.21	0.00	-0.85	-0.85	-0.29	-0.01
Interventions de travail du sol très superficiel	0.158		0.51	0.27	0.33	0.78	1.11	0.39	0.02
Interventions de travail du sol superficiel	0.126		-0.13	0.10	0.14	-0.03	0.11	0.14	-0.01
Interventions de travail du sol profond, hors labour	-0.067		-1.74	-0.54	-0.57	-2.28	-2.85	-0.77	-0.03
Labour	0.144		5.98	2.59	3.46	8.57	12.03	3.69	0.20
Toutes interventions de travail du sol	0.340		4.63	2.42	3.35	7.04	10.39	3.45	0.18
Interventions mécaniques et traitements au glyphosate		-1.47	2.87	2.09	3.04	3.49	6.53	2.99	0.15

### Situation de départ : Labour systématique

	Labour systématique avec ou sans glyphosate								
	→ Labour systématique sans glyphosate								
	Part de surface dans les surfaces de grandes cultures: 27.9%								
Effet du scénario	Coûts financiers (€/ha)						Carburant (l/ha)	Main d'œuvre (h/ha)	
	Glyphosate	Équipement	Carburant	Main d'œuvre	Total sans MO	Total			
Traitements au glyphosate	-0.027	-1.08	-0.67	-0.07	-0.21	-1.83	-2.03	-0.10	-0.01
Interventions mécaniques sur couvert	-0.071		0.72	0.24	0.29	0.97	1.25	0.34	0.02
Interventions de travail du sol très superficiel	0.184		-0.41	0.05	0.07	-0.35	-0.28	0.07	0.01
Interventions de travail du sol superficiel	0.216		1.38	0.66	0.89	2.04	2.93	0.94	0.04
Interventions de travail du sol profond, hors labour	0.008		0.30	-0.09	-0.15	0.20	0.06	-0.14	-0.01
Labour	0.012		1.05	0.50	0.91	1.55	2.47	0.72	0.05
Toutes interventions de travail du sol	0.348		2.32	1.12	1.73	3.44	5.17	1.60	0.09
Interventions mécaniques et traitements au glyphosate		-1.08	2.37	1.29	1.81	2.58	4.38	1.84	0.10

On voit que les surcoûts moyens totaux estimés liés au scénario général de référence varient significativement en fonction du type de stratégie de travail du sol actuelle. Ils sont d'autant plus faibles que les parcelles sont labourées fréquemment dans la situation de départ. Ainsi, les surcoûts moyens annuels varient de près de 80 €/ha, pour les surfaces en semis direct, à moins de 10 €/ha pour les surfaces actuellement en labour occasionnel ou avec des fréquences de labour supérieures.

Pour les 18.1% de surfaces en techniques culturales simplifiées, le surcoût total moyen estimé dans le scénario de référence est de 25.63 €/ha par an. La répartition de ce surcoût est de l'ordre de la moitié pour les charges de mécanisation, l'autre moitié étant partagée entre les charges de main d'œuvre et de carburant. Ce scénario de référence impose un accroissement des besoins de main d'œuvre important, quoique de l'ordre du tiers de celui imposé aux surfaces en semis direct. Cet accroissement des besoins en main d'œuvre peut significativement impacter l'organisation de la préparation des semis et la gestion des adventices des très grandes exploitations en techniques culturales simplifiées, notamment celles avec des sols « difficiles » (superficiels et caillouteux, ou argileux, présentant une faible réserve utile en eau).

Pour les 80.2% de surface actuellement labourées au moins occasionnellement, l'impact du scénario de référence sur le coût total du travail du sol et de désherbage est de moins 10 €/ha par an.

## 5.2. Comparaison des trois scénarios

Le Tableau 3 ci-dessous présente les résultats moyens des trois scénarios : avec passage au labour au moins fréquent, avec passage au labour systématique et avec passage au labour occasionnel.

Le scénario « extrême » permet de fait de définir « une borne supérieure » qui correspond à une intensification maximale du travail du sol, avec labour systématique. Les surcoûts moyens sont de ce fait significativement supérieurs à ceux obtenus dans le cadre du scénario général de référence. Le surcoût annuel moyen augmente d'environ 15 €/ha pour les surfaces en semis direct, de 21 €/ha pour

celles en techniques culturales simplifiées, de 20 €/ha pour les surfaces en labour occasionnel et de 11 €/ha pour les surfaces en labour fréquent (les deux scénarios considérés ayant les mêmes implications pour les surfaces déjà en labour systématique). Ces surcoûts annuels moyens « extrêmes » sont inférieurs à 20 €/ha pour les 61.6% de surfaces labourées fréquemment ou systématiquement, avec 17.26 €/ha pour les 33.7% de surfaces en labour fréquent et 4.38 €/ha pour les 27.9% de surfaces en labour systématique.

Le scénario spécifique pour les parcelles non labourées induit des surcoûts moyens inférieurs à ceux induits par le scénario de référence. Les différences de surcoûts entre les deux scénarios sont relativement limitées. Ces différences de surcoûts annuels moyens sont de 6.06 €/ha pour les surfaces actuellement en semis direct et de 10.09 €/ha pour celles en techniques culturales simplifiées.

**Tableau 3 : Comparaison des surcoûts de la suppression du glyphosate dans les trois scénarios (surcoûts en €/ha)**

	Semis Direct	Techniques Culturales Simplifiées	Labour occasionnel	Labour fréquent	Labour systématique
<b>Scénario de référence</b>	79,83	25,6	9,42	6,5	4,4
<b>Scénario « extrême »</b>	94,2	46,7	29,9	17,3	4,4
<b>Scénario spécifique parcelles non labourées</b>	73,08	14,5			

Cependant, on constate qu'une part significative (35.1 %) des surfaces actuellement en semis direct représentées dans notre échantillon n'ont pas de « jumelles statistiques » dans le sous-échantillon représentant les surfaces qui sont actuellement labourées, même peu fréquemment. Il s'agit essentiellement parcelles à sols superficiels et caillouteux appartenant à de grandes ou, très grandes exploitations. Cet état de fait suggère que l'abandon de l'utilisation du glyphosate et, sans doute, du semis direct soulèverait des difficultés, économiques et/ou organisationnelles, pour ces exploitations, tout au moins sans changement important des systèmes de culture allant au-delà des aspects relatifs au contrôle des adventices.

### **5.3 Poids du surcoût vis-à-vis des revenus des exploitations agricoles**

Les surcoûts annuels estimés sont mis en perspective au regard de l'EBE par hectare des exploitations spécialisées dans la production de céréales et d'oléo-protéagineux (OTEX 15 du SSP), à partir des données du RICA de la période 2009-2018

Les surcoûts moyens estimés sont relativement faibles en comparaison du revenu pour les agriculteurs qui labourent leurs parcelles. En effet, la part de ces surcoûts dans les EBE par hectare ne dépasse pas 3%. Cette part est de l'ordre de 1% pour les surfaces actuellement en labour systématique, de 1.5% pour celles en labour fréquent et de 2% pour celles en labour occasionnel.

En revanche, les surcoûts estimés des effets du retrait du glyphosate dans le cadre du scénario de référence) représentent une part significative du revenu des agriculteurs qui ne labourent pas leurs parcelles. La part des surcoûts moyens estimés dans les EBE par hectare varie, selon les régions, entre 13.7 et 23.4% pour les surfaces actuellement en semis direct, et entre 4.4 et 7.5% pour celles en techniques culturales simplifiées.

**Tableau 4 Part des surcoûts moyens estimés dans le cadre du scénario général de référence dans l'EBE/ha moyens sur la période 2009–2018 données RICA des exploitations spécialisées en grandes cultures (OTEX 15), par grande région française**

	Part du surcoût annuel moyen estimé du retrait du glyphosate dans l'EBE/ha moyen (2009-2018), par type de stratégie de travail du sol et par région				
	Semis direct	Techniques culturales simplifiées	Labour occasionnel	Labour fréquent	Labour systématique
Île-de-France	14.1%	4.5%	1.7%	1.2%	0.8%
Centre-Val de Loire	16.2%	5.2%	1.9%	1.3%	0.9%
Bourgogne-Franche-Comté	18.2%	5.8%	2.1%	1.5%	1.0%
Normandie	14.6%	4.7%	1.7%	1.2%	0.8%
Hauts-de-France	14.5%	4.6%	1.7%	1.2%	0.8%
Grand Est	13.7%	4.4%	1.6%	1.1%	0.8%
Pays de la Loire	15.9%	5.1%	1.9%	1.3%	0.9%
Bretagne	23.4%	7.5%	2.8%	1.9%	1.3%
Nouvelle Aquitaine	17.2%	5.5%	2.0%	1.4%	0.9%
Occitanie	18.5%	5.9%	2.2%	1.5%	1.0%
Auvergne-Rhône-Alpes	16.9%	5.4%	2.0%	1.4%	0.9%
Provence-Alpes-Côte d'Azur	16.7%	5.4%	2.0%	1.4%	0.9%
France métropolitaine	16.0%	5.2%	1.9%	1.3%	0.9%
Part de surface dans les grandes cultures (%)	1.7%	18.1%	18.6%	33.7%	27.9%
Part de surface dans les surfaces de grandes cultures traitées au glyphosate (%)	7.7%	37.0%	23.4%	20.9%	11.1%

Source : nos calculs et RICA

#### 5.4. Cas particuliers non identifiés et surcoûts non identifiés

Certains agriculteurs travaillent leurs sols sensiblement en avance des semis puis, du fait de l'activité herbicide non rémanente du glyphosate, éliminent au glyphosate les adventices levées juste avant les semis. Sur certaines exploitations cette stratégie est mise en œuvre en raison de fenêtres d'intervention trop courtes pour le travail sol juste avant les semis (*e.g.*, sur des sols argileux ou hydromorphes) et ce d'autant plus qu'il y aura de surface à préparer dans un laps de temps restreint. Notre méthode de détection des exploitations en « situation délicate » en cas de retrait du glyphosate ne permet pas d'identifier précisément ces exploitations. En outre, notre méthode de calcul des surcoûts considère les coûts des traitements qui seraient simplement « économisés » en cas de retrait du glyphosate.

Le glyphosate peut également être employé dans des systèmes avec labour lorsque la flore adventice a partiellement échappé ou échappe progressivement au contrôle de l'agriculteur. L'utilisation de glyphosate peut être régulière sur longue période lorsque cette situation est la conséquence d'un système de culture très spécialisé également mis œuvre sur longue période. Nos calculs tiennent compte des pressions adventices telles qu'elles sont perçues par les agriculteurs mais ne tiennent pas compte des systèmes de cultures qui peuvent influencer cette pression en adventices, ou leur statut de résistance vis-à-vis d'autres familles herbicides qui seront utilisées dans la rotation.

#### Conclusion

L'analyse économique des alternatives au glyphosate dans le secteur des grandes cultures montre que cette question est intimement liée à celle de l'évolution des stratégies de travail du sol. Le travail du sol est le levier principal pour se passer de glyphosate et les conséquences sont donc très différentes

pour les exploitations qui labourent déjà leur sol et les autres. L'impact en termes de coût économique est d'autant plus faible que les exploitations labourent déjà fréquemment voire systématiquement leurs parcelles. En 2017, le recours à des pratiques de 'relay-cropping' sans interculture sont inexistantes ou anecdotiques.

La taille des exploitations et les caractéristiques pédologiques des sols sont très liées à ce recours plus ou moins fréquent au labour et donc à l'utilisation actuelle de glyphosate dans la stratégie de contrôle des adventices.

Dans la grande majorité des situations, nous avons pu calculer un surcoût en comparant chaque parcelle avec une parcelle sans glyphosate. Dans le scénario de référence, les surcoûts obtenus varient proches de 80 €/ha pour les situations en semis direct à 6,5€/ha pour les situations en labour fréquent. On identifie des cas de parcelles en semis direct (en général appartenant à de grandes exploitations sur sols superficiels et/ou caillouteux) pour lesquelles on ne trouve pas de parcelles aux caractéristiques semblables qui n'utilisent pas de glyphosate et on identifie de situations difficiles engendrées par un faible nombre de jours disponibles pour intervenir mécaniquement (sols argileux ou hydromorphes).

Enfin ce travail, du fait la méthodologie retenue, ne traite pas de la question de la transition entre pratiques et coûts et difficultés spécifiques de cette transition, et a contrario ne mobilisent pas non plus les éléments de progrès agronomique qui pourront être mis en place (couverts végétaux complexes, agroéquipements).

Au terme de ce travail, deux recommandations peuvent être émises. La première concerne les bases de données. Il faut d'une part s'assurer de la capacité des enquêtes culturales à bien capturer les pratiques mises en œuvre au long de l'interculture. Il faut d'autre part s'assurer de la cohérence globale des différentes bases de données et en particulier, pour les utilisations de produits phytosanitaires, entre les estimations que l'on peut faire à partir des pratiques documentées via les enquêtes PK et les données remontées par les ventes via la BNVD (Base Nationale des Ventes des Distributeurs). La seconde recommandation concerne le besoin de poursuivre les études en ce qui concerne l'agriculture de conservation, en l'absence à ce jour de définition unique. A partir de l'analyse des données 'Pratiques culturales' sur des parcelles en Semis Direct et en Techniques Culturales Simplifiées, et en croisant celles-ci avec des analyses à l'échelle des systèmes de culture et des exploitations, il faudrait s'attacher à identifier tous les leviers permettant d'atteindre les services écosystémiques permis par la diversité de cultures, la couverture permanente, la perturbation minimale du sol, sans pour autant recourir à l'usage d'un pesticide systémique.

Ce travail d'expertise a été réalisé à la demande du Premier Ministre, et des Ministres en charge de l'Agriculture et de la Transition Écologique et Solidaire, dans le cadre du plan de sortie du glyphosate. Il vise à fournir à l'Anses des éléments sur les impacts économiques du retrait du glyphosate.

**Composition du groupe de travail :**

Carpentier Alain (Inrae), Fadhuile Adélaïde (Inrae), Roignant Mathilde (Inrae), Blanck Maud (Inrae), Reboud Xavier (Inrae), Jacquet Florence (Inrae), Huyghe Christian (Inrae)

**Pour citer ce document :**

Carpentier A., Fadhuile A., Roignant M., Blanck M., Reboud X., Jacquet F., Huyghe C., *Alternatives au glyphosate en grandes cultures. Evaluation économique*. 2020, INRAE, XX pages.

**Disponible en ligne :**

**DOI :**