

## RÉSULTATS D'EXPÉRIMENTATION

# Tassement de sol à la récolte : étude de cas

Une expérimentation de récolte en conditions défavorables met en évidence et permet de caractériser la formation de tassement du sol et ses effets sur la culture suivante.

Le projet JDistas, piloté par Arvalis, et dont l'ITB est l'un des partenaires auprès d'AgroTransfert, de l'Inrae, Unilasalle, et des chambres d'agriculture de l'Aisne et de l'Oise, vise à chiffrer des nombres de jours disponibles pour différents chantiers culturaux, en intégrant le risque de tassement comme l'un des critères de « disponibilité » (= conditions

remplies pour effectuer un travail correct). Dans ce projet, des acquisitions de données doivent valider les paramètres des calculs. Une expérimentation était conduite à Berny-en-Santerre en novembre 2019, dans une situation volontairement défavorable pour produire des tassements par les passages de machines, décrire leur propagation dans les horizons du sol, et en chiffrer les conséquences sur la culture de blé suivante.

Cette expérimentation illustre bien ce qui peut se produire en récolte en situation à risque, avec un effet favorable des pneumatiques larges sur les horizons superficiels, mais qui n'empêchent pas un effet de tassement plus en profondeur si la charge est élevée. À noter qu'il n'était pas diagnostiqué de compactage vraiment profond, les horizons concernés par le tassement restant

CHIFFRE CLÉ

10%

C'est la perte de rendement sur blé observée après le passage d'une intégrale à pleine charge en conditions dégradées en 2020.

accessibles à des outils de travail profond. La mise en situation était réalisée avec une machine intégrale Grimme Rexor 6200 (2 essieux), dont le poids mesuré à pleine charge était de 51 t (28 t portées par l'essieu arrière) et 42 t à mi-charge (22 t sur l'essieu arrière). Elle travaillait roue dans roue dans une parcelle de limon moyen. L'humidité du sol était proche de la capacité au champ, entre 22 et 23 % pondérale, donc d'un état plastique sensible, de façon uniforme sur la profondeur, quoiqu'un peu plus humide entre 20 et 30 cm (25 %).

Les profils de sol réalisés après passages sont décrits dans les figures 1, 2, et 3. Les observateurs diagnostiquaient très peu d'effet de tassement après passage à 1/2 charge, mais apparent avec le passage à pleine charge dans l'horizon plus humide (20-35 cm). On sait que les tassements en profondeur sont dus à la charge de l'essieu, et que les dimensions des pneumatiques limitent surtout les tassements superficiels.

### Conséquences mesurées sur le blé suivant :

Même si les céréales ne font pas partie des cultures a priori sensibles aux compactages de sol, par leur type d'enracinement fasciculé, des mesures ont été réalisées en 2020 par AgroTransfert en complément de l'expérimentation (et valorisées dans le projet régional SolD'phy). Les prélèvements sur des placettes positionnées sur passages de roues à pleine et demi-charge montrent un effet sur le rendement du blé (figure 4). Ces chiffres sont cependant à contextualiser. L'expérimentation était volontairement conduite en conditions de sol défavorables. Le roulage trémie pleine ne présente qu'une faible proportion de la surface de la parcelle. Enfin, les conditions sèches en 2020 ont pu extérioriser particulièrement l'effet des tassements. Ces conditions peuvent expliquer l'effet des tassements à demi-charge, considérés comme modérés lors de l'observation post-récolte.

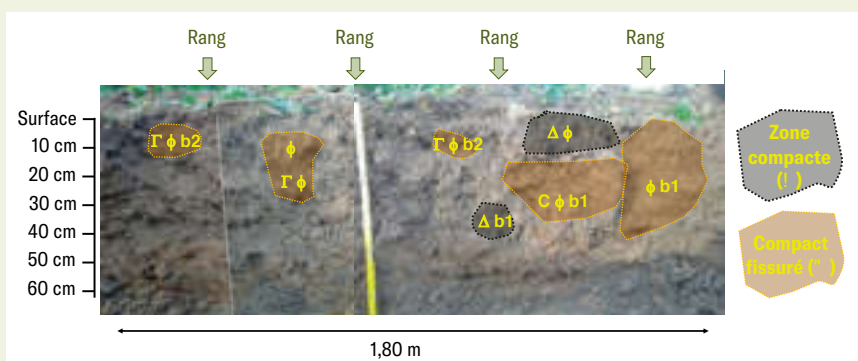


Fig. 1 - Profil avant passage (témoin), la structure est saine, les mottes compactes sont éparpillées.

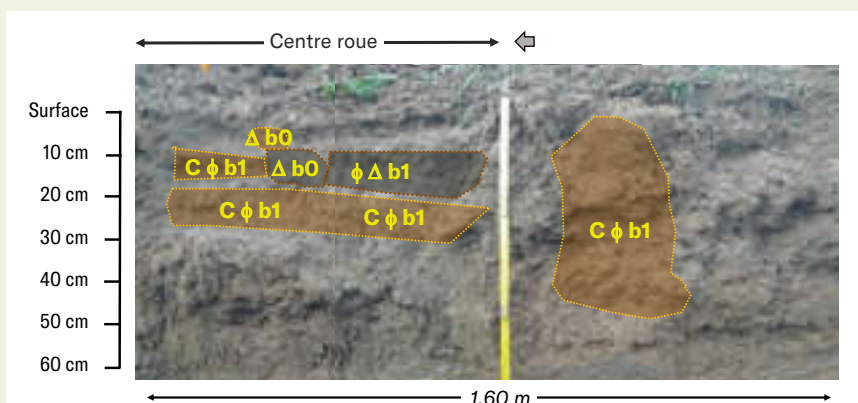


Fig. 2 - Profil de sol après passage à 1/2 charge, les zones qui présentent un resserrement de structure restent fissurées, et ne présenteront pas un caractère très défavorable à l'enracinement.

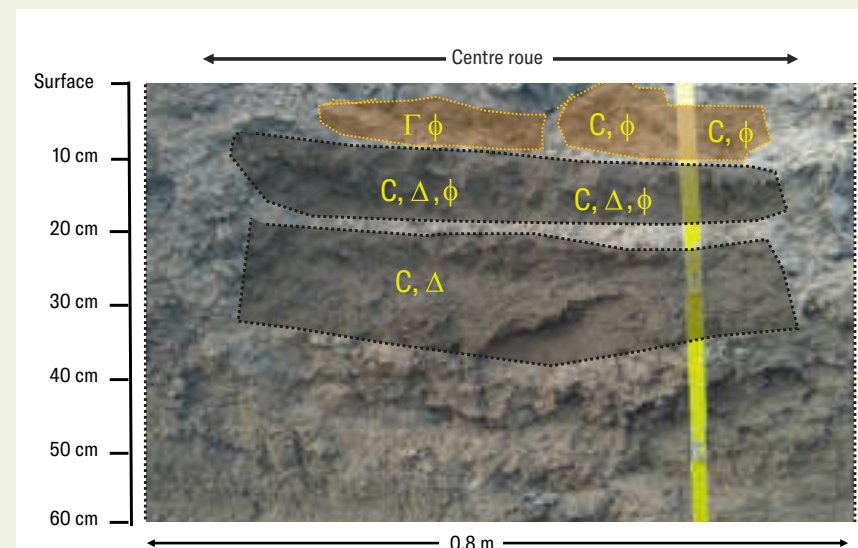


Fig. 3 - Profil focalisé sur zone roulée à pleine charge, qui présente un tassement marqué, continu entre 20 et 35 cm.

### Mesures de rendement du blé dans des placettes roulées et non roulées (figure 4)

	Rendement moyen (qtx à 15%)	Ecart type	En % du non roulé	En % de la modalité demi charge
Non roulé	111,6	3	100,0%	-
Demi-charge	103	24,8	92,3%	100,0%
Pleine charge	100	3,1	89,6%	97,1%

Mesures à la récolte du blé suivant, les effets des tassements sur le rendement sont manifestes. Elles sont particulièrement marquées dans cet essai, sans doute sévères par le contexte climatique.

**OAD**

# PréviBest : un OAD pour limiter le tassement du sol lors de la récolte

Dans un contexte de campagne de récolte longues et de machines de récolte de grosse capacité, le projet PréviBest vise à adapter les modalités de récolte et à anticiper les risques de tassement en mettant au point un outil d'aide à la décision (OAD).

L'objectif principal du projet PréviBest est le développement d'un prototype d'Outil d'aide à la décision (OAD) permettant de proposer des alternatives, réduisant le risque de tassement, aux chantiers « conventionnellement » utilisés lors de la récolte de betteraves, notamment en conditions dégradées. Cet outil estimera quantitativement le risque de tassement et ses composantes (résistance du sol, stress exercé par la machine agricole passant sur la parcelle), à partir d'outils de simulation.

L'OAD nécessitera le renseignement d'informations basiques par l'utilisateur (ETA, conseillers agricoles, agriculteurs...), tels que le type de sol, le secteur (la ville la plus proche, reliée à une station météorologique), la catégorie de matériel d'arrachage utilisé et la date d'arrachage prévue (à laquelle est liée un état hydrique du sol). Par comparaison d'un grand nombre de simulations, l'OAD sera en mesure de proposer une alternative au chantier de récolte initial permettant de limiter le risque de tassement.

## Un outil qui proposera des alternatives sur le chantier

Deux grandes catégories d'alternatives seront proposées par l'OAD :

- Des solutions qui pourront être directement mises en place au champ lors de la campagne, comme par exemple la limitation du remplissage de la trémie si celle-ci semble nécessaire pour la préservation des sols.

- Des alternatives permettant d'informer l'utilisateur sur l'effet du matériel utilisé et existant sur le risque de tassement. Par exemple, un changement des pneumatiques de bennes en adoptant des pneus « basse-pression » ou le choix d'une benne 3 essieux plutôt que 2 essieux (répartition de la charge).

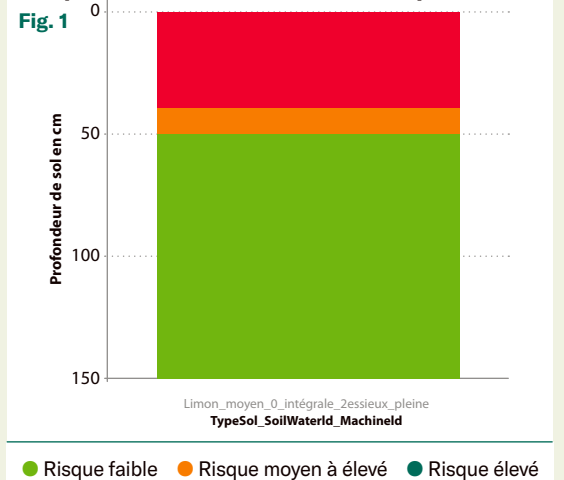
## Des schémas de résultats pour les utilisateurs

L'évaluation du risque de tassement du sol simulé en conditions très humides (sol saturé en eau) à une date précoce, dans l'amiénois, sur un limon moyen, le 20 octobre 2012, est présenté sur les figures 1 et 2. Le scénario « trémie pleine » (figure 1) est représenté ici, comme le scénario saisi par l'utilisateur auquel l'OAD proposera une « alternative » tendant à diminuer le tassement profond. Celui-ci est présenté en figure 2 : il s'agit de la même intégrale dont la trémie n'est chargée qu'à moitié.

La simulation montre qu'une diminution de la charge de la trémie de l'intégrale de moitié permet de diminuer de 10 cm le risque de tassement élevé (rouge), passant d'une profondeur de 40 cm à 30 cm. Le risque de tassement très élevé devient donc rattrapable par un labour. Cette alternative « pratique » permettra à l'utilisateur d'adapter le remplissage maximal dans le but de réduire la profondeur du tassement de son sol dû à l'arrachage.

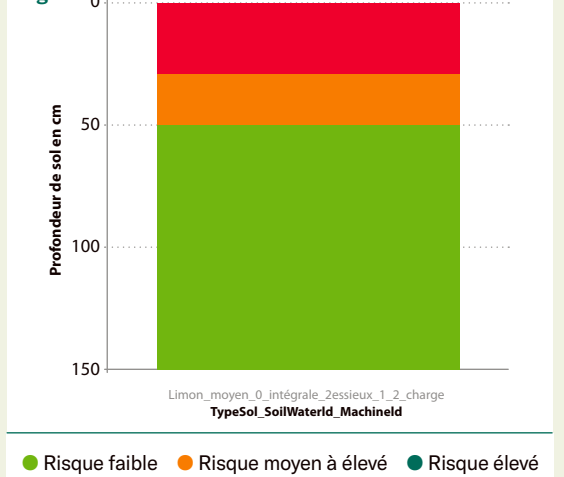
Lauréat de l'appel à projet « FranceAgriMer » 2020, PréviBest est piloté par l'ITB en partenariat avec Tereos et Agro-Transfert RT. Le projet ambitionne de trouver des alternatives réduisant le risque de

**Risque de tassement du sol selon la profondeur**



● Risque faible ● Risque moyen à élevé ● Risque élevé

**Fig. 2 - Risque de tassement selon la profondeur d'une intégrale 2 essieux grande trémie à 1/2 charge**



● Risque faible ● Risque moyen à élevé ● Risque élevé

**Fig. 1 -** Risque de tassement selon la profondeur d'une intégrale 2 essieux grande trémie pleine (situation initiale), dans l'amiénois sur un sol de limon moyen, lors de l'arrachage de betteraves le 20/10/2012.

**Fig. 2 -** Risque de tassement selon la profondeur d'une intégrale 2 essieux grande trémie à 1/2 charge, dans l'amiénois sur un sol de limon moyen, lors de l'arrachage de betteraves le 20/10/2012.

## CHIFFRES CLÉS

**2 millions**

C'est le nombre de simulations lancées dans le cadre du projet PréviBest pour la construction de l'OAD.

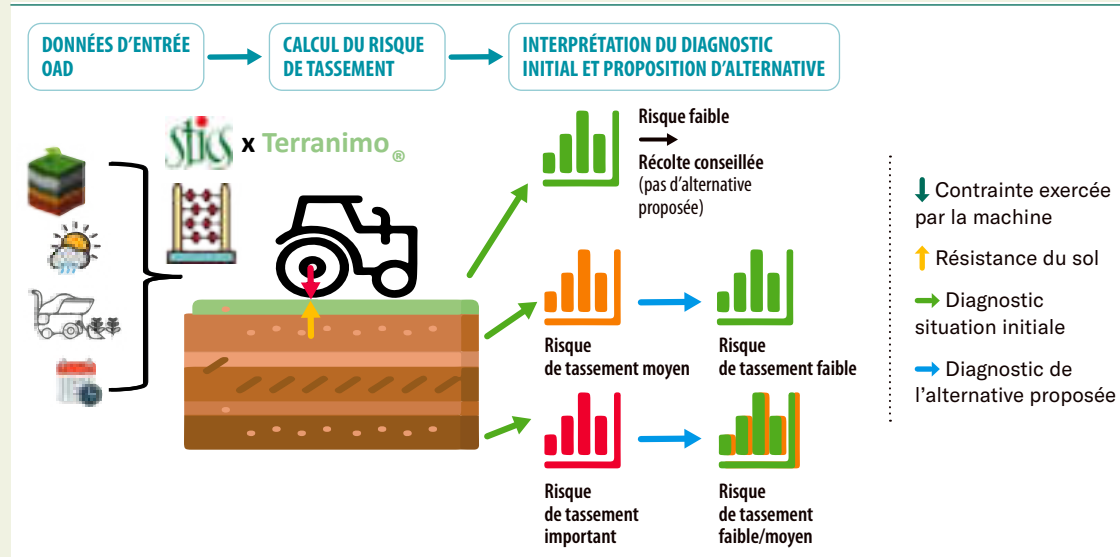
**10 ans**

C'est le nombre d'années météorologiques historiques balayées par l'OAD pour la simulation des différents états hydriques du sol.

tassement du sol lors de la récolte des betteraves au travers de deux volets :

- La conception d'un prototype d'OAD pour limiter ce risque, en prenant en compte la résistance du sol et le stress exercé par les machines agricoles passant sur la parcelle.
- Une expérimentation au champ s'appuyant sur des données agro-pédologiques mesurant les effets du tassement provoqué par l'arrachage des betteraves en conditions dégradées.

## Principe de fonctionnement de l'outil d'aide à la décision PréviBest



## CE QU'IL FAUT RETENIR

L'ITB développe un OAD pour l'adaptation des pratiques de récolte afin de limiter le tassement des sols et ses conséquences, dont le lancement est prévu pour fin 2023 !  
**Le blé qui suit la récolte** peut être pénalisé dans les zones fortement tassées.  
**Le tassement en profondeur** est surtout dû à la combinaison de deux facteurs : la charge à la roue et l'humidité du sol.

**Les résultats des projets PréviBest et JDISTAS** seront présentés lors de Betteravenir, les 25 et 26 octobre 2023 à Berny-en-Santerre (80) ([www.betteravenir.com](http://www.betteravenir.com)) et des Culturelles, les 14 et 15 juin 2023 à Congerville-Thionville (91) ([www.lesculturelles.com](http://www.lesculturelles.com)).



**BILAN**

# Comment désherber les betteraves en conditions sèches ?

Le printemps 2022 a été particulièrement sec en France, ce qui a rendu le désherbage difficile. Dans une telle situation, la stratégie doit être adaptée.

## Exemple d'une parcelle avec un désherbage non satisfaisant en 2022



Voici une parcelle (figure 1) représentative des difficultés de désherbage lors du dernier printemps. Malgré 3 traitements de post-émergence (T1, T2 et T3) et 2 binages, le résultat n'est pas satisfaisant. Plusieurs facteurs expliquent cet échec :

- Les doses de produits à base de phenmédiphame et d'éthofumésate étaient trop faibles lors des T1 et T2. L'augmentation de la dose au T3 à 1 l/ha le 18 mai pour le produit à base de phenmédiphame est trop tardive.
- Le délai entre le T2 et le T3 est trop long puisque 22 jours séparent ces 2 interventions.
- Le premier binage intervenu entre le T2 et T3 n'a pas travaillé sur le rang des betteraves donc les adventices se sont développées. Le deuxième binage après le T3 n'a pas non plus eu d'efficacité sur le rang.
- Le produit Centium (clomazone) a été positionné trop tardivement le 18 mai au T3.

## Adaptation de la stratégie pour le désherbage chimique

En conditions sèches, l'ITB recommande de :

- Augmenter les doses des produits de contact (phenmédiphame et d'éthofumésate) de 20 à 30 %.
- Conserver les produits racinaires dans le mélange herbicide.

- Respecter les cadences de traitement (7-8 jours entre deux).
- Intégrer dans le programme des produits dont l'efficacité dépend peu du climat : clomazone (exemple Centium) ou triflusal-furon-méthyle (exemple Safari).
- Augmenter la dose d'huile de 0,5 à 1 l/ha.

De plus, les traitements doivent s'effectuer avec des conditions météorologiques proches de l'optimum : absence de vent et bonne hygrométrie (supérieure à 60 %). En période sèche, c'est souvent tôt le matin que l'on trouve ces conditions.

## Adaptation de la stratégie pour le désherbage mécanique



Il s'agit d'une alternative efficace aux interventions chimiques lorsque les conditions sont favorables et lorsqu'elle est effectuée au bon moment de l'itinéraire.

### 1/ Le désherbage mécanique entre les rangs

Le passage de la bineuse (figure 2), en complément du désherbage traditionnel, ne doit pas avoir lieu trop tôt puisqu'elle ne travaille pas sur les rangs des betteraves. Elle doit uniquement remplacer le dernier traitement chimique. Le sol doit être nivelé, ferme et la population homogène. L'absence de pluie le jour de l'intervention est nécessaire ainsi que pendant les 48 heures suivantes.

Lors de la localisation des herbicides, le binage en inter-rang est adapté aux conditions sèches.

### 2/ Le désherbage mécanique sur les rangs et inter-rangs

L'intérêt de travailler sur toute la surface est de commencer plus tôt qu'avec une bineuse simple, dès le stade 4 feuilles des betteraves, et ce jusqu'à 10 feuilles. Avant le premier stade, le risque est la perte de pieds ; après 10 feuilles, les machines peuvent créer des blessures sur les plantes et des pertes de population. Deux (éventuellement trois passages) herbicides en plein sont primordiaux avant ces travaux mécaniques. Les adventices doivent être peu développées (stade cotylédon maximum). Un matériel spécifique est nécessaire (houe rotative, herse étrille avec réglages des dents par ressort, bineuse équipée de moulinets ou rotoétrilles).

Ces machines nécessitent d'effectuer des réglages précis afin de s'adapter au stade de la culture et de détruire un maximum d'adventices. Si les conditions climatiques ne permettent pas l'intervention à temps, le désherbage doit se poursuivre chimiquement afin d'empêcher le développement des adventices. L'efficacité de ces machines est faible sur les adventices vivaces et les graminées qui doivent être gérées dans la rotation et maîtrisées dans la culture par les traitements herbicides spécifiques. Concernant les graminées, le labour enfouit une grande majorité de graines en profondeur, ce qui va les rendre non viables et ainsi limiter les levées.

Suite en page suivante →

Les conseils de désherbage de l'ITB sont disponibles dans le Pense-Betterave, téléchargeable sur le site internet de l'ITB : [www.itbfr.org](http://www.itbfr.org)

### CHIFFRES CLÉS

**16 et 17 mai 2023 :** Désherb'Avenir dans le Loiret.

**60 %**

des agriculteurs ont effectué du désherbage mécanique dans leurs parcelles de betteraves en 2022.

1 Parcelle de betterave avec une forte infestation de chénopodes en 2022.

2 Le désherbage mécanique entre les rangs est à privilégier en remplacement du dernier traitement chimique dans des conditions sèches.

3 Présence de renouées des oiseaux dans une parcelle de betteraves en 2022. L'augmentation des doses de phenmédiphame et d'éthofumésate, le maintien de la métamitron dans le programme herbicide complété par le triflusal-furon-méthyle permettent de lutter contre cette adventice lors des printemps secs.

4 Les parcelles avec un désherbage moyen et insuffisant représentent environ 26 % des situations.

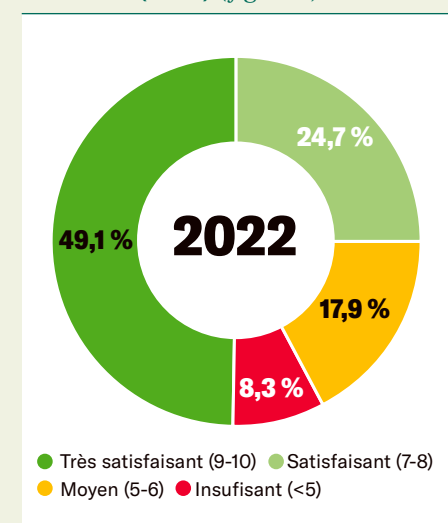
## EXPERTISE

### Retour sur l'enquête désherbage ITB 2022



Cette année, environ 26 % des parcelles ont été notées avec un désherbage moyen ou insuffisant (voir figure 4). Cette enquête est réalisée annuellement par les délégations régionales de l'ITB. Il s'agit du moins bon résultat depuis 2011, autre année caractérisée par un printemps très sec. Les chénopodes sont les adventices les plus fréquemment rencontrées dans les parcelles sales, mais d'autres adventices comme les atriplex, renouées liserons ou renouées des oiseaux (figure 3) ont été également difficiles à détruire cette année. Le tableau « Quelle matière active pour quelle adventice ? » du Pense-Betterave de l'ITB permet de choisir les bonnes matières actives en fonction de la flore présente dans la parcelle. Les parcelles présentant des graminées résistantes doivent également faire l'objet d'un choix de matière active diversifié.

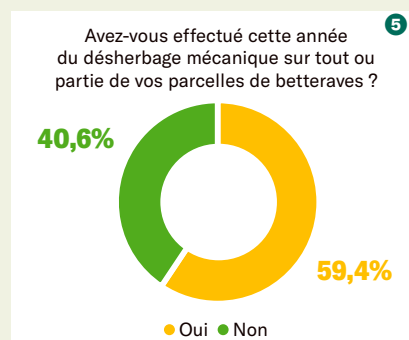
### Bilan national du désherbage betterave (2022) (figure 4)



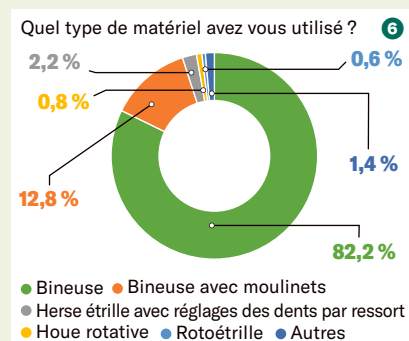


## Enquête ITB spécifique sur le désherbage mécanique

Les conditions très sèches de ce printemps, favorable au désherbage mécanique, ont été l'occasion pour l'ITB de



60 % des répondants ont effectué du désherbage mécanique en 2022.



Les différents matériels utilisés en betterave en 2022.

réaliser une enquête sur les pratiques culturales par l'intermédiaire de son site internet. Plus de 500 agriculteurs y ont participé. La *figure 5* montre que la majorité des répondants ont réalisé du désherbage mécanique en 2022. Ils ont également déclaré que ces interventions concernaient 80 % de leur sole betteravière. En moyenne donc, la moitié environ des surfaces betteravières ont été binées cette année. Il est sûr que le contexte climatique a favorisé leur usage mais l'efficacité reste tributaire d'une bonne articulation entre le désherbage chimique et mécanique. Pour ceux qui n'y ont pas eu recours, l'absence d'équipement (31 %) et le manque de temps (26 %) sont les deux premières raisons invoquées. Pour ceux ayant réalisé du désherbage mécanique, 82 % déclarent avoir utilisé une bineuse classique. Dans cette stratégie, seul le dernier traitement chimique de post-émergence peut être remplacé. Pour les autres répondants, 16 % ont travaillé avec des équipements spécifiques (*figure 6*). Cette technique, qui représente une part non négligeable des pratiques selon l'enquête, a l'avantage de travailler sur toute la surface et de remplacer les herbicides sur le rang dès le stade 4 feuilles des betteraves. Afin d'aider les agriculteurs dans leurs

futures stratégies de désherbage, l'ITB organisera en 2023 une nouvelle édition de Désherb'Avenir, dans le Loiret. Les betteraves seront au centre du dispositif, mais d'autres cultures seront présentées permettant de montrer la polyvalence des machines.

### CE QU'IL FAUT RETENIR



- **En conditions sèches, le désherbage chimique** s'accompagne de mesures spécifiques (augmentation des doses des produits de contact, maintien des cadences entre deux traitements, choix des produits).
- **Le désherbage mécanique sur le rang** doit être privilégié dès que les betteraves sont au stade 4 feuilles.
- **Une bineuse travaillant uniquement entre les rangs** ne peut remplacer que le dernier passage chimique.
- **La 8<sup>e</sup> édition de Désherb'Avenir** aura lieu les 16 et 17 mai 2023 à Santeau - Hameau de la Brosse dans le Loiret.

## ENLEVER LES CHÉNOPODES AVANT LA RÉCOLTE EST PARFOIS NÉCESSAIRE EN 2022

7



Lurfbilder\_HD

Cette année se caractérise par une forte infestation de cette adventice, qui affecte la productivité de la betterave et gêne le process industriel. Pour limiter l'enherbement, des machines de type désherbeuse à pneus (*figure 7*) et écimuseuse, avec ou sans récupération des plantes, sont disponibles sur le marché. Ces machines sont à utiliser en dernier recours, uniquement pour faciliter les opérations de récolte et arracher ou couper les plantes avant leur grenaison. Cela limite ainsi le stock semencier pour les rotations futures (un chénopode produit entre 3000 et 20 000 graines viables pour une durée d'environ 40 ans).

- Des démonstrations dynamiques de matériels
- Une comparaison des différentes stratégies
- Un espace robotique pour imaginer le désherbage de demain
- Une zone réservée à la production de betteraves biologiques

Plus d'information :

[desherbavenir.fr](http://desherbavenir.fr)

[f](#) [t](#) [@ITBetterave](#)

# 16 et 17 mai 2023

## Santeau - Hameau de La Brosse (45)

Un évènement