

OAD

J-DISTAS, réussir ses opérations culturales sans tasser les sols

Le nouvel OAD J-DISTAS d'estimation des jours disponibles est en phase finale de conception et sera déployé au printemps 2024 pour les partenaires du projet, qui pourront diffuser leurs premiers cas d'étude.

J-DISTAS, un outil tourné vers les enjeux futurs de l'agriculture

L'évolution des pratiques agricoles, dans un objectif de limitation d'utilisation de produits phytosanitaires, comme l'adoption du désherbage mécanique, doit être accompagnée et nécessite donc des outils sur lesquels s'appuyer pour planifier ces évolutions. Il faut intervenir dans les meilleures conditions possibles tout en préservant la structure et la fertilité physique de nos sols. J-DISTAS inclut des chantiers d'avenir tels que le désherbage mécanique et la destruction mécanique de couverts d'interculture. La disponibilité des jours d'intervention inclut deux notions : la travaillabilité (possibilité d'intervenir dans de bonnes conditions pour la réussite de l'opération) et la traficabilité (capacité du sol à supporter le passage de la machine). La plupart des outils existants évaluant la disponibilité des jours d'intervention ne prenaient en compte que la travaillabilité. Lorsque la traficabilité est prise en compte, c'est indépendamment du matériel agricole utilisé. Depuis une trentaine d'années, la charge à la roue des machines agricoles ne cesse d'augmenter, ce qui a pour conséquence d'accroître la contrainte exercée en profondeur dans les sols, et donc les risques de tassement profond. Ces

derniers sont difficilement rattrapables et peuvent avoir de fortes incidences sur l'enracinement et le rendement des cultures suivantes (figure 1), le fonctionnement hydrique et biologique du sol, la disponibilité des nutriments du sol et les émissions de gaz à effet de serre. Forts de ces constats, les partenaires du projet J-DISTAS (Arvalis, Agro-Transfert RT, l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE), la Chambre d'Agriculture de l'Aisne et de l'Oise et l'Institut technique de la betterave (ITB) ont vu la nécessité de faire évoluer les outils existants d'estimation de jours disponibles, afin de pouvoir accompagner au mieux les conseillers agricoles, les Coopératives d'utilisation de matériel agricole (CUMA), les Entreprises de travaux agricoles (ETA), les agriculteurs dans leur choix de matériel agricole et la planification de leurs interventions. L'un des points forts de l'outil est qu'il permet de raisonner les chantiers pour la plupart des interventions en grande culture (semis et préparation du lit de semences, désherbage mécanique, récolte, destruction de couverts), sur plusieurs cultures (céréales à paille, betterave, maïs ...) et a donc pour vocation d'aider, à l'échelle de la rotation culturale, l'organisation des différents chantiers et d'accompagner l'évolution des systèmes de culture par l'adoption de nouvelles pratiques. J-DISTAS permettra de tester des systèmes de culture innovants, et d'évaluer la faisabilité des chantiers envisagés pour la reconception de ces systèmes.

Un outil testé grandeur nature dans une ferme de l'Oise

L'outil a été testé auprès d'un agriculteur qui souhaite détruire mécaniquement 40 hectares de couvert de moutarde lors de la 1^{re} décade de novembre. Grâce à

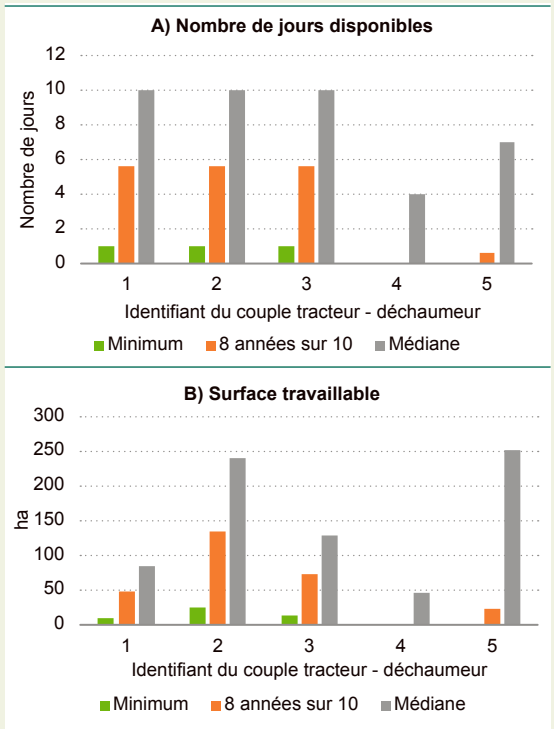
Suite en page suivante →

Betterave fourchue sur un sol tassé (figure 1)



Figure 2
Nombre de jours disponibles (A) et surface « travaillable » (B) pour la destruction mécanique de couvert d'interculture sur la 1^{re} décade de novembre selon le type de chantier étudié (voir tableau ci-dessous).

Figure 2



Caractéristiques des machines étudiées pour la destruction mécanique de couvert d'interculture (après blé)

id	Tracteurs				Déchaumeurs					Débit de chantier (ha/h)	Vitesse (km/h)
	Puissance (ch)	Poids (kg)	Essieu avant Références pneu	Pression (bar)	Poids (kg)	Essieu arrière Références pneu	Pression (bar)	Modèle - type	Largeur (m)		
1	150	3000	480/70R28	0.4	5800	580/70R38	0.6	RAU	3	1.68	7
2	190	3000	540/65R30	0.4	5800	650/65R42	0.4	Cover crop à disque	5	4.8	12
3	190	3000	540/65R30	0.4	6200	650/65R42	0.4	Karat	4	2.56	8
4	245	4000	600/60R30	0.4	8300	710/60R42	0.7	Koralin	6	7.2	15
5	245	4000	600/60R30	0.4	7500	710/60R42	0.6	Déchaumeur à dents	4	2.24	7

J-DISTAS, le nombre de jours disponibles a été estimé pour les différents déchaumeurs présents dans la ferme (illustrés dans le tableau page 15). Les parcelles de la ferme sont situées sur des sols limono-argileux sur argile à silex. Le nombre de jours disponibles a été estimé pour les données climatiques de 2002 à 2022 de la station météorologique de Beauvais. Les résultats de ce cas d'étude sont présentés figure 2. Les trois premiers chantiers présentent des nombres de jours disponibles équivalents, avec au moins 5 jours disponibles 8 années sur 10 et plus importants que les deux derniers chantiers (figure 2A). En effet, ces deux derniers chantiers (4 et 5) ne présentent au mieux que 5 jours disponibles une année sur deux (médiane). Ces résultats ont ensuite été convertis en surface « travaillable » (figure 2B), en fonction

des différents débits de chantiers et jours disponibles estimés pour évaluer la faisabilité de la destruction mécanique dans de bonnes conditions, tout en évitant les tassements du sol. Les trois premiers chantiers permettent la destruction des 40 hectares de couvert dans de bonnes conditions 8 années sur 10, contrairement aux deux derniers, qui, trop lourds, induisent des risques de tassement et limitent le nombre de jours disponibles.

Un outil en perpétuelle adaptation

L'outil J-DISTAS permettra de traiter des questions d'avenir telles que l'adoption de la robotique, et son intérêt sur la préservation des sols ou encore l'adaptation des systèmes de cultures et des pratiques agricoles vis-à-vis du changement climatique (décalage

COMMENT J-DISTAS ÉVALUE-T-IL LA DISPONIBILITÉ D'UNE OPÉRATION CULTURALE ?

Pour chacune des opérations culturales, différents indicateurs ont été créés afin de rendre compte des deux composantes de la disponibilité agronomique des jours d'intervention :

La travaillabilité inclut l'indice de travaillabilité du sol, indicateur de la consistance du sol, et est complétée par d'autres indicateurs selon l'opération culturale étudiée. Par exemple, pour la destruction mécanique de couvert, l'aptitude climatique au dessèchement et à l'absence de redémarrage du couvert les jours suivants sa destruction, est estimée pour la bonne prise en compte de la réussite de l'opération.

La traficabilité est estimée via le calcul du risque de tassement par le logiciel Terranimo®, qui utilise des données liées au sol (texture, humidité...) et à la machine (poids à

la roue, pneumatique, pression de gonflage...). Les sorties de simulation de Terranimo® (figure 4) ont permis de créer deux indicateurs : le risque de tassement superficiel et le risque de tassement profond, dont la limite est fixée à la profondeur du travail du sol de l'agriculteur.

Ces différents indicateurs sont ensuite agrégés pour définir la disponibilité des différents jours d'intervention sur la période étudiée, en couvrant toutes les situations possibles. Un exemple de croisement des indicateurs pour la récolte de betteraves est présenté figure 4. Les résultats de J-DISTAS, prennent en compte une variabilité inter-annuelle large, sur les 20 dernières années, pour estimer un nombre de jours disponibles moyen, médian et ayant lieu au moins 8 années sur 10.

CHIFFRES CLÉS

75

chantiers suivis dans le projet J-DISTAS.

255

observations au champ ont été réalisées pour l'indice de travaillabilité du sol.

448

observations d'efficacité de désherbage mécanique utilisées pour construire le modèle de calcul de l'aptitude climatique à la dessiccation des adventices.

CE QU'IL FAUT RETENIR

- **Connaître les jours disponibles pour intervenir** permet d'adapter son système de culture ou son parc matériel de façon à réaliser les opérations culturales dans de bonnes conditions de préservation du sol.
- **L'outil de calcul des jours disponibles J-DISTAS** intègre des critères de réussite de l'opération (efficacité du

désherbage mécanique, qualité du travail du sol ou du semis) et le risque de tassement.

- **J-DISTAS est donc un outil stratégique**, qui accompagnera les agriculteurs dans l'adaptation de leurs pratiques, le choix de leur matériel agricole et la réduction des risques de tassement du sol, à l'échelle de la rotation culturale.

des dates de semis par exemple). Des améliorations de l'outil sont en réflexion :

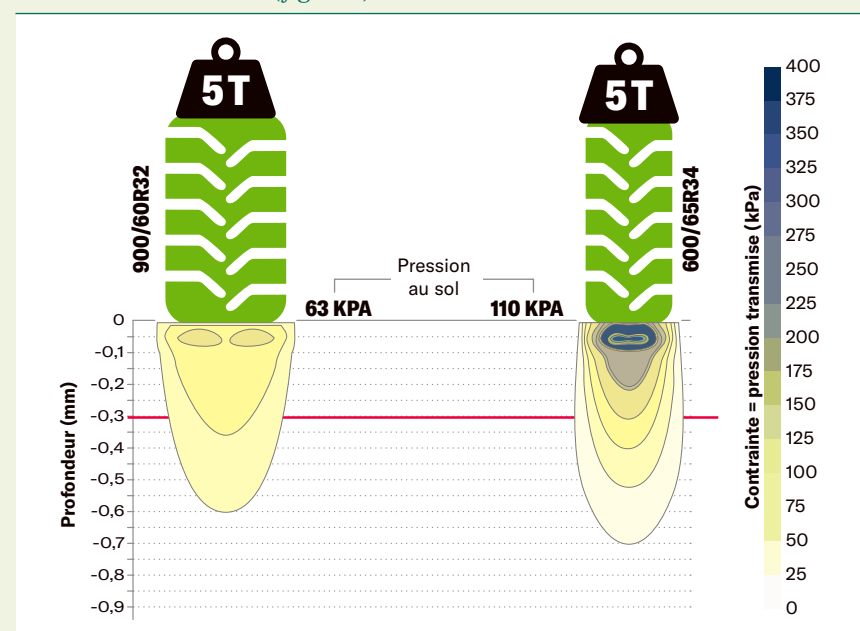
- Ajout de l'opération « épandage de matières organiques ».
- Ajout de cultures (comme la pomme de terre, présentant des chantiers à risques)

• Adaptation de l'outil, création de supports de formation pour une diffusion plus large.

Retrouvez l'ensemble des travaux réalisés dans le projet J-DISTAS à l'adresse suivante :

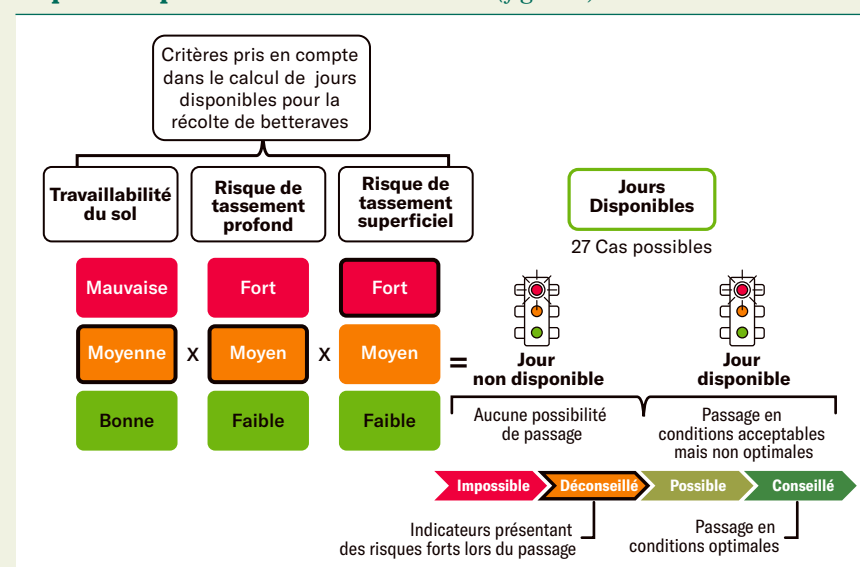
<https://www.itbfr.org/collaborations/j-distas/>

Bulbes de tassements (figure 3)



Bulbes de tassements obtenus avec Terranimo® comparant deux types de pneumatiques (Source : Projet SolDphy).

Exemple des critères pris en compte pour l'estimation des jours disponibles pour la récolte de betteraves (figure 4)



VILLAGE TECHNIQUE DE BETTERAVENIR 2023

Les experts de l'ITB et d'Agro-Transfert seront présents à Betteravenir 2023 pour échanger sur J-DISTAS !
Rendez-vous au Village Technique les 25 et 26 octobre 2023 !

LE VILLAGE TECHNIQUE BETTERAVENIR

« Articiper le risque de tassement »



RECHERCHE EN COURS

Impact du stress hydrique sur le rendement des betteraves

Au cours de l'année 2023, l'ITB a mené une étude analysant l'impact de la quantité d'eau disponible aux différentes phases de croissance sur le rendement de la betterave.

L'analyse menée par l'Institut technique de la betterave (ITB) montre que l'alimentation en eau des betteraves explique une part importante des différences de rendement au sein du territoire et entre années. Elle permet de classer les environnements (département - année) en 5 groupes qui expliquent 69 % de la variabilité du rendement. Ces résultats sont issus d'une étude à grande échelle sur 25 départements betteraviers et 22 années (2000-2021).

Les 5 groupes sont décrits par des indicateurs découpés en 10 phases du semis à la récolte et représentant l'eau disponible pour la plante (figure 1). Les groupes présentent également des différences au niveau du rendement à 16 (figure 2). L'ensemble de ces informations permet de décrire les groupes plus précisément. Le groupe 1 est donc représenté par un rendement très élevé par rapport à la moyenne (81,3 t/ha) et une quantité d'eau disponible élevée. Le groupe 2 présente également un rendement et une quantité d'eau élevée. La différence de rendement entre ces 2 groupes doit donc être expliquée par un autre critère. Le groupe 3 a un rendement faible et une quantité d'eau limitée. Le groupe 4 est décrit par un rendement très faible et un fort manque d'eau, surtout en fin de cycle. Le groupe 5 présente un rendement légèrement inférieur à la moyenne qui s'explique par un autre critère que le stress hydrique (maladie, autre stress biotique). Un autre résultat de l'analyse permet de révéler les phases d'indicateur qui ont le plus d'impact sur le rendement. Ainsi la phase 7 et la phase 9 sont les deux phases qui semblent avoir un impact positif très important sur le rendement. Elles correspondent respectivement à une période allant du 28 juillet au 13 août et du 30 août au 18 septembre en moyenne. Tandis que les phases 1 et 2 sont les phases qui ont le moins d'impact sur le rendement. Elles couvrent une période allant du 28 mars au 27 avril en moyenne.

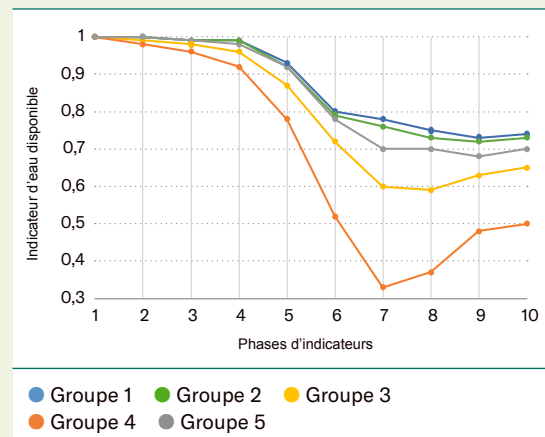
Pour chaque année étudiée, il est possible d'observer la répartition des groupes (figure 3). Certaines années particulières se démarquent comme 2001, 2003 et 2020 pour leurs sécheresses et leurs fortes températures (groupes 3 et 4). Les années 2011 et 2017 sont les années enregistrant les plus

1 Les groupes sont décrits par la dynamique de quantité d'eau disponible du semis à la récolte. Chaque point représente l'eau disponible pour la plante pendant une période de 300° jours.

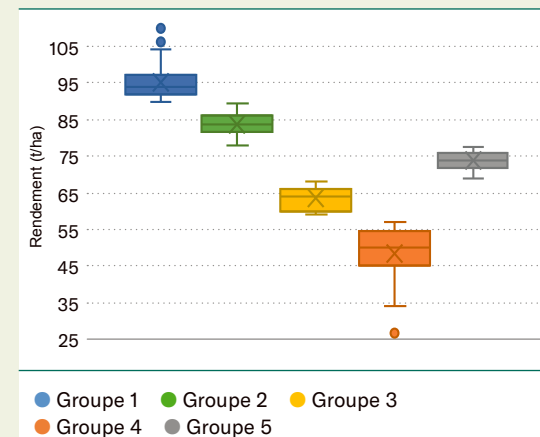
2 Chaque groupe présente un rendement betteravier significativement différent.

3 Les groupes se répartissent de manière hétérogène sur les 25 départements et entre les 22 années étudiées.

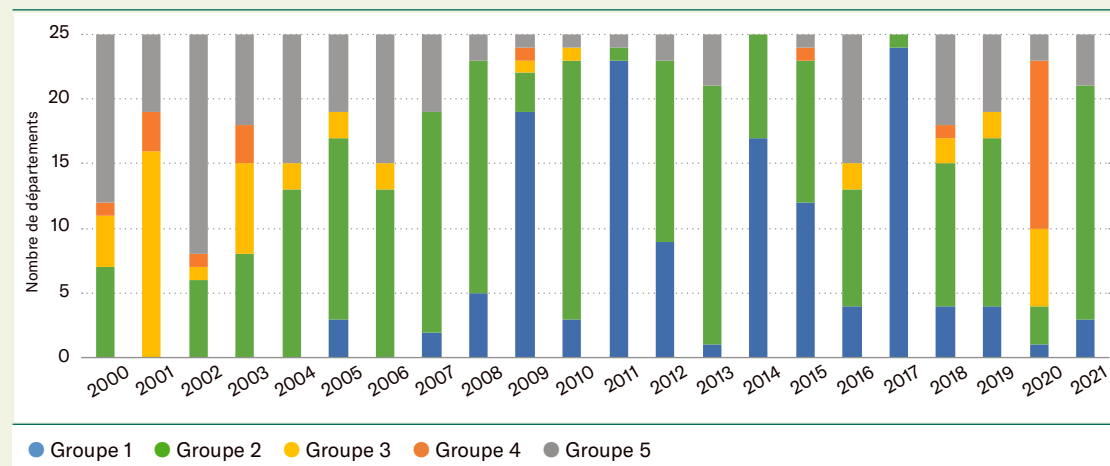
Eau disponible par phase et par groupe (fig. 1)



Répartition du rendement par groupe (fig. 2)



Répartition des groupes par année (fig. 3)



forts rendements (groupe 1). Enfin, certains environnements isolés et classés dans le groupe 5 peuvent s'expliquer par des événements particuliers comme la présence de maladies racinaires en 2016 ou la forte présence de cercosporiose en 2006, 2007, 2018 et 2019.

Cette méthode permet de décrire précisément les départements par année pour leur disponibilité en eau et leur impact sur le rendement. Cela permettra de cibler les zones à analyser pour une future étude plus précise. Celle-ci se concentrera sur le comportement des variétés en présence ou en absence d'eau dans l'objectif de mettre en évidence des variétés tolérantes au stress hydrique.

CE QU'IL FAUT RETENIR

- **22 années et 25 départements** betteraviers ont été étudiés.
- **Le classement des environnements en 5 groupes** permet d'expliquer 69 % de la variabilité du rendement.
- **Les groupes sont décrits par le rendement final** et l'eau disponible au cours de la croissance de la plante.
- **Ce travail est un préambule à une étude plus précise** sur le comportement des variétés en présence ou en absence d'eau.

MÉTHODOLOGIE

Les données de rendement départemental et annuel proviennent du site AGRESTE. Cet ensemble de départements - années constitue les environnements qui sont étudiés dans l'analyse. Les données météorologiques sont extraites de la banque de données SAFRAN de Météo France. Elles permettent de calculer un indicateur d'eau disponible pour la plante en utilisant une simulation de bilan hydrique issue de l'Outil d'aide à la décision (OAD) IRRIBET. Cet indicateur est la moyenne du rapport de l'évapotranspiration réelle sur l'évapotranspiration maximale (ETR/ETM). Il est ensuite découpé en 10 phases de 300 ° jours chacune. On estime qu'à partir de 3000 ° jours, la plante peut être récoltée. Un modèle PLS (Partial Least Square) est appliqué sur ces données pour estimer le rendement betteravier en fonction des indicateurs par phase et les classer en 5 groupes. Ce modèle permet également de mettre en évidence les phases d'indicateurs qui ont le plus d'impact sur le rendement. Pour chaque groupe, les valeurs de rendement et des indicateurs sont comparées à la moyenne générale. Lorsqu'une différence significative à la moyenne est observée, elle permet de décrire le groupe analysé.

UN POINT SUR

Évaluer les stratégies d'irrigation

L'enquête réalisée par l'ITB sur les pratiques d'irrigation a permis de recueillir de précieuses informations. La pertinence de certaines stratégies sera évaluée grâce à un outil de simulation.

Travaux réalisés
dans le cadre du projet STRAT'EAU

En partenariat avec :

INRAE

Avec la participation financière de :

FranceAgriMer
ÉTABLISSEMENT NATIONAL
DES PRODUITS DE L'AGRICULTURE ET DE LA MER

68 %

C'est le pourcentage des 206 répondants à l'enquête qui ont la capacité d'irriguer leurs betteraves tout au long de la campagne. Dans les départements de l'Eure-et-Loir et du Loiret (80 répondants), cette part s'élève à 91 %. Le reste des répondants mobilise le matériel d'irrigation en fin de campagne, après l'irrigation d'autres cultures. Les stratégies associées sont donc distinctes selon les contraintes de disponibilité. La pertinence de celles-ci pourra être évaluée grâce à l'outil de simulation Optirrig. D'autres contraintes, comme le volume d'eau disponible, pourront être prises en compte.

24 %

C'est le pourcentage de répondants mettant fin à l'irrigation après le 20 août en cas de stress hydrique, parmi les betteraviers irrigant tout au long de la campagne. Cette part chute à 15 % dans les départements de l'Eure-et-Loir et du Loiret. Dans ces départements, le conseil historique de l'Institut technique de la betterave (ITB) est de s'arrêter autour de cette date, au risque sinon de mal valoriser les derniers tours d'eau, du fait de relais fréquents des pluies au mois de septembre. Cependant, la météorologie des dernières campagnes a pu remettre en question ce conseil. Les travaux de simulation permettront d'ajuster celui-ci.

59 %

C'est le pourcentage de répondants à l'enquête en capacité de mobiliser un seul tour d'eau sur les betteraves sucrières, parmi les betteraviers ne pouvant utiliser leur matériel qu'en fin de campagne. Cette pratique se répand dans les départements où, historiquement, la betterave sucrière n'était pas irriguée. Dans ces situations, 53 % des répondants indiquent être susceptibles d'irriguer au-delà du 20 août. Les travaux de simulation pourront investiguer dans quels cas ces stratégies, et leurs déclinaisons ont un intérêt, en faisant varier plusieurs paramètres remontés dans l'enquête.

BETTERAVENIR
LE SALON DE LA BETTERAVE 2023

accueille  beet europe

Tous les acteurs de la filière sur 40 ha

25-26 octobre 2023

Berny-en-Santerre (80)

DÉMONSTRATIONS
récolte / déterrage / bâchage

Photo : © ThéoSerdet

Un événement

ITB
Institut Technique
de la Betterave

IRBAB
KBIVB

IIRB
INTERNATIONAL INSTITUTE
OF SUGAR BEET RESEARCH

www.betteravenir.com

