

AKER : les progrès pour améliorer la compétitivité de la betterave

L'ambition du programme AKER est de créer de nouvelles variétés plus performantes, en intégrant davantage de diversité génétique. Onze partenaires publics et privés sont réunis pour mettre en commun leurs expertises, outils et méthodes. Pour l'ITB, l'objectif est de caractériser efficacement les gains apportés par les 3 000 variétés créées dans le cadre du projet avec des méthodes de phénotypage haut débit.

Qu'est-ce que le phénotypage ?

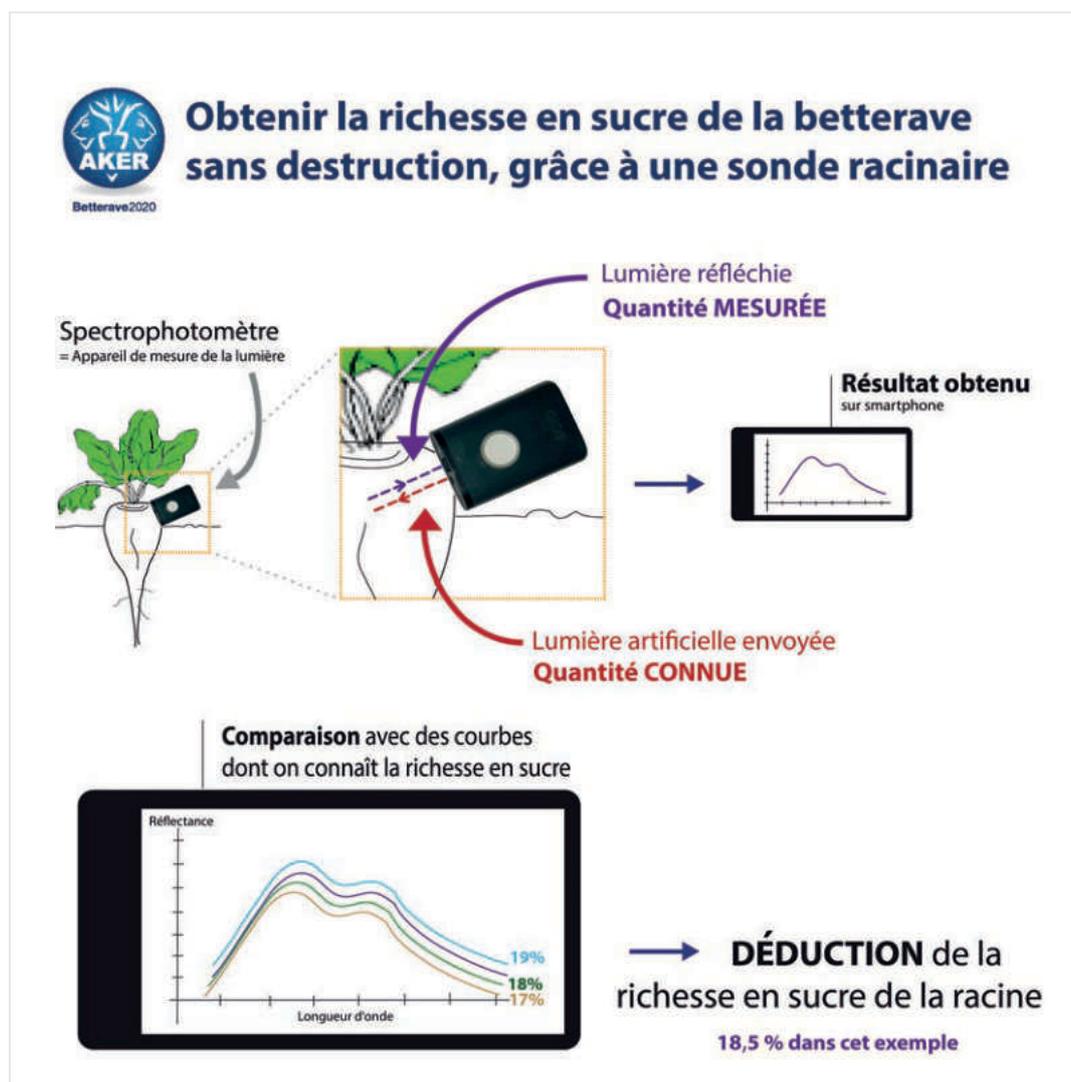
Le phénotypage est l'ensemble des mesures réalisées sur les plantes au cours de leur croissance. Il permet de faire le lien entre la connaissance des gènes et leur expression au champ.

Des méthodes d'expérimentation renouvelées grâce aux capteurs

Le travail d'expérimentation « traditionnelle » au champ est souvent long et s'appuie sur des mesures destructives. Il requiert des moyens humains importants et met en comparaison un nombre limité de modalités. Le phénotypage réalisé par des capteurs transforme les méthodes d'expérimentation. Ces capteurs déplacés au-dessus de la végétation collectent régulièrement des données qui permettent de reconstituer la cinétique de développement des plantes.

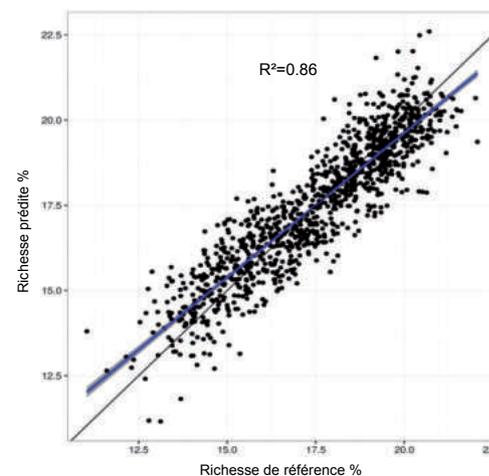
Un spectromètre de poche pour mesurer la richesse

Les chercheurs d'Irstea et de l'ITB ont développé une méthode d'estimation de la richesse et de la teneur en eau des betteraves par spectrométrie optique. Après quatre années de mise au point avec un spectromètre de laboratoire, il est aujourd'hui possible d'utiliser un spectromètre de poche, posé au niveau du collet des betteraves (voir photo ci-dessous). À partir de mesures de réflectance, le traitement mathématique des spectres permet de les relier à la variable agronomique recherchée (graphique 1). La richesse et la teneur en eau des betteraves sont accessibles par cette méthode. Dans le cadre d'AKER, cet outil permet de suivre l'évolution de la richesse des différentes variétés au cours de leur croissance et leur comportement face à des variations de l'environnement.



Mesure de la richesse des betteraves au champ. Le spectromètre est posé au niveau du collet et le spectre est enregistré via le smartphone.

1 Qualité de prédiction de la richesse à partir des mesures au spectromètre



Des caméras embarquées sur drone pour des mesures sur feuilles

Depuis 2017, l'ITB a fait l'acquisition d'un drone pour mesurer de nouvelles variables au cours de la croissance des betteraves. Les images acquises à la fois avec une caméra couleur haute résolution et une caméra multispectrale permettent de calculer différentes variables agronomiques : d'un côté, l'architecture foliaire avec des estimations de taux de couverture, de hauteurs, de surfaces de feuilles et d'un autre côté, la composition biochimique telle que la quantité d'azote ou la teneur en chlorophylle, élément essentiel de la photosynthèse. *Le graphique 2*, illustre en exemple les résultats obtenus pour l'estimation de la surface foliaire (LAI). La qualité de prédiction est très bonne. Nous constatons que ces nouvelles mesures combinées entre elles sont riches d'informations pour comprendre l'élaboration du rendement. En effet, les mesures par drone de deux variables au cours de la croissance (surface foliaire + teneur en chlorophylle) associées à des variables climatiques et des informations techniques (variété, fertilisation azotée), permettent de prédire correctement le rendement en sucre (*graphique 3*).

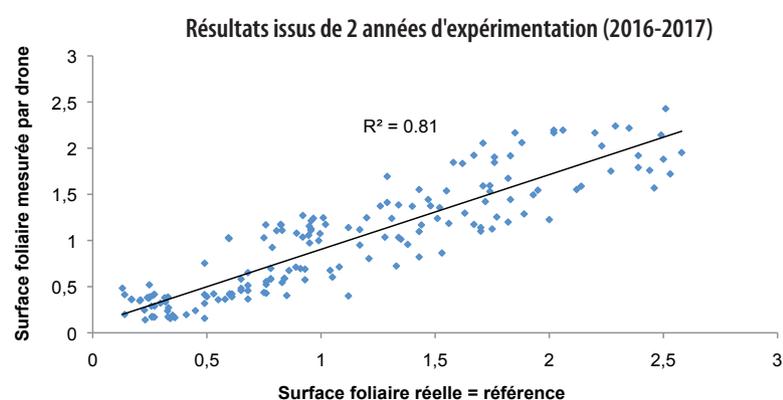


L'ITB a fait l'acquisition d'un drone en 2017 pour mesurer de nouvelles variables sur les essais.

Variables agronomiques accessibles par drone

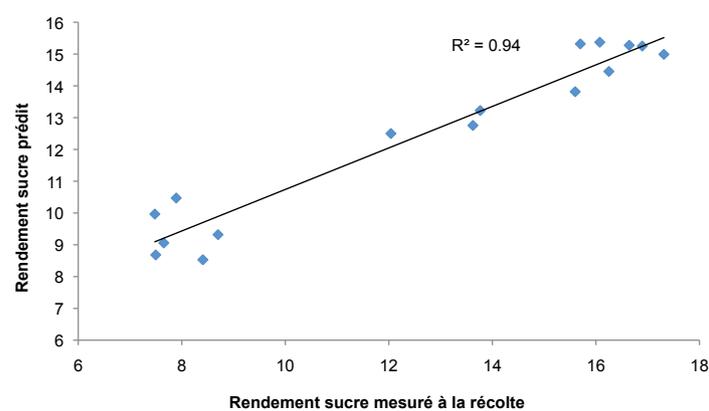
| | Comptage de plantes | Homogénéité des plantes en phase juvénile (4 à 8 feuilles) : espacement entre plantes, surface individuelle des plantes | Hauteur des plantes | Surface des feuilles | Contenu en chlorophylle des feuilles | Contenu en azote des feuilles |
|-----------------|---------------------|---|---------------------|----------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| Caméra couleur | X | X | X | | | |
| Multi-spectrale | | | | X | X | X |

2 Prédiction de la surface foliaire par drone en m² de feuilles/m² de sol



Exemple de résultat : prédiction de la surface foliaire par drone en m² de feuilles / m² de sol.

3 Rendement en sucre simulé à partir des données drone (t/ha)



Rendement en sucre prédit (t/ha) à partir des mesures drone (surface foliaire, teneur en chlorophylle des feuilles) et de variables complémentaires (climat, variété, fertilisation azotée). Ces résultats sont la synthèse de deux essais menés en 2016 et 2017 sur 3 variétés différentes et pour 3 niveaux de fertilisation azotée différents.

Calendrier des travaux du programme AKER

| | Création des nouvelles variétés | Mise au point des outils de phénotypage |
|----------------|---|--|
| 2012 | Les chercheurs de Florimond Desprez étudient la diversité génétique disponible dans les banques de gènes à l'échelle mondiale. Sélection de 15 plantes de référence couvrant 100 % de la variabilité allélique. | Analyse de l'offre technologique |
| 2013-2014-2015 | Plusieurs générations de croisement entre les 15 plantes de référence et le matériel élite | Test d'outils au champ et en laboratoire pour phénotyper les semences, les feuilles, la racine |
| 2016 | Les chercheurs fixent les croisements obtenus par autofécondation. | Choix des outils. Validation des résultats. |
| 2017 | Hybridations au champ pour obtenir les 3 000 génotypes. | |
| 2018-2019 | Les 3 000 génotypes seront testés dans différents lieux d'essais. C'est à partir de ce moment là qu'il sera possible de lier la connaissance des gènes et leur expression au champ, afin de déterminer les génotypes apportant des gains réels pour la culture. | |

Points à retenir

- Les travaux menés dans le cadre d'AKER résultent d'une collaboration étroite entre l'ITB et la recherche publique. C'est cette mise en commun de compétences et d'expertises qui permet la mise au point des capteurs et des méthodes d'analyse des données.
- Les nouveaux outils de phénotypage permettent d'améliorer la connaissance du fonctionnement de la betterave grâce à des mesures non destructives tout au long de la croissance de la culture.
- Au-delà d'AKER, ces nouveaux outils vont transformer l'expérimentation par des mesures jusque-là inaccessibles sans destruction de plantes (développement foliaire, consommation d'azote par les plantes, évolution de la richesse et de la teneur en eau des racines ...) et vont entraîner d'autres applications telles que le suivi de la richesse en silos, ou la comparaison de variables agronomiques entre parcelles.

Ce travail a bénéficié d'une aide de l'Etat gérée par l'Agence Nationale de la Recherche au titre du programme « Investissements d'avenir » portant la référence ANR-11-BTBR-0007

Bilan du désherbage 2017

Les semis se sont déroulés à 95 % sur le mois de mars 2017 et se sont terminés durant la première décade d'avril. L'absence de pluie après les semis a entraîné un dessèchement rapide du lit de semences. Le désherbage des betteraves a donc commencé dans des conditions climatiques sèches.

Contexte climatique en 2017

Le mois d'avril a été caractérisé par un déficit de pluviométrie sur l'ensemble des régions betteravières (voir carte ci-dessous). De fortes gelées matinales ont été enregistrées fin avril (jusqu'à - 8° C) entraînant des noircissements sur les betteraves, voire la perte de cotylédons et des deux premières feuilles. En mai et juin, la pluviométrie a été déficitaire par rapport aux normales saisonnières mais est restée hétérogène car liée aux orages. De plus, les zones betteravières ont connu une fin de printemps très chaude. Le mois de juin cette année ayant été le 2^e mois le plus chaud après 2003.

Conséquences pour le désherbage chimique

Les conditions climatiques sèches du mois d'avril ont perturbé le bon fonctionnement des herbicides racinaires. Ces conditions de sol sec ont donc nécessité des adaptations de l'utilisation des herbicides.

Les notes d'informations régionales, diffusées par l'ITB, ont repris de manière systématique ces adaptations et les conseils en lien avec les conditions météorologiques (pas de pluie, sol sec en surface, absence d'humidité) :

- augmenter les doses de produits de contact ;
- conserver les doses repères de produits racinaires ;
- augmenter la dose d'huile de 0,5 l/ha à 1 l/ha dans les mélanges extemporanés (pour les produits solos) ;
- appliquer les mélanges avec des conditions les plus optimales possibles : absence de vent et bonne hygrométrie, supérieure à 60 %.

D'une manière générale, le retour des pluies au mois de mai a permis une bonne maîtrise des adventices présentes dans les parcelles.

Conséquences pour le désherbage mécanique

Le désherbage mécanique représente une des solutions pour répondre aux enjeux actuels, sociétaux et environnementaux de réduction des quantités d'herbicides utilisés. Des conseils pour son intégration ont été donnés dès le stade 4 feuilles des betteraves. Nous rappelons que ce sont les premiers passages de désherbage chimique et leur bonne efficacité qui ont permis d'intervenir avec des matériels mécaniques sur le rang, sur des adventices au stade fil blanc à cotylédons étalés. La fin du printemps a d'ailleurs été propice à l'utilisation de cette technique, qui a pu se substituer à une, voire deux applications chimiques. Lorsque les conditions climatiques sont favorables, comme cette année, cette association entre désherbage chimique et mécanique garantit une bonne efficacité finale du désherbage tout en réduisant l'indice de fréquence des traitements (IFT) désherbage.



Essai de désherbage ITB se situant dans la Somme en 2017.

Propreté des parcelles de betteraves en fin de désherbage

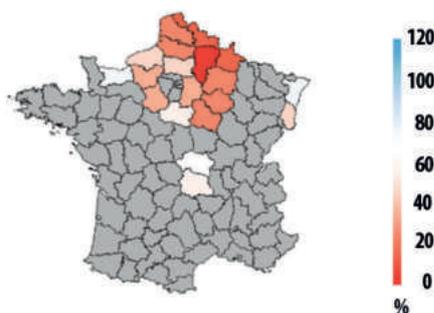
Chaque année, les délégations régionales de l'ITB expertisent l'état de propreté des parcelles de betteraves en fin d'été. Cet état des lieux renseigne de façon précise la qualité du désherbage du printemps 2017. Cette année, plus de 6 000 parcelles ont été notées.

Nous comptabilisons 83 % de parcelles propres (désherbage très satisfaisant et satisfaisant) contre 17 % de parcelles sales (désherbage moyen et insuffisant) en moyenne nationale (voir graphique 1). Ce bilan est légèrement inférieur à la moyenne de 5 dernières années qui est proche de 85 %. Ce bilan cache de fortes disparités régionales avec des types d'adventices non maîtrisés différents de l'année dernière.

Le Nord-Pas-de-Calais obtient le meilleur résultat de propreté (95 % de parcelles propres contre 5 % de parcelles sales).

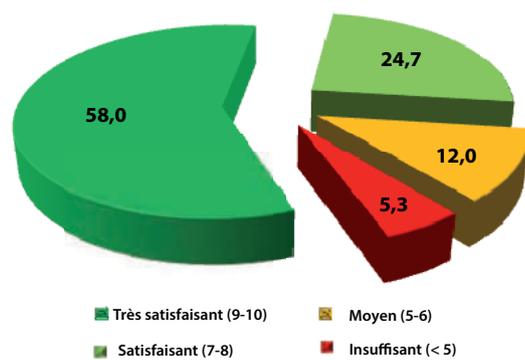
La région Champagne a connu en 2017 plus de difficultés (70 % de parcelles propres contre 30 % de parcelles sales - voir graphique 2).

Déficit de pluviométrie sur l'ensemble des régions betteravières au mois d'avril 2017



Rapport à la normale des pluies du mois d'avril 2017

1 Bilan du désherbage des betteraves en 2017



Les graphiques 1 et 2 (également le 3) sont la synthèse des observations des équipes régionales ITB dans plus de 6 000 parcelles. Les valeurs de 0 à 10 sont des notes de satisfaction.

2 Bilan du désherbage 2017 par régions

