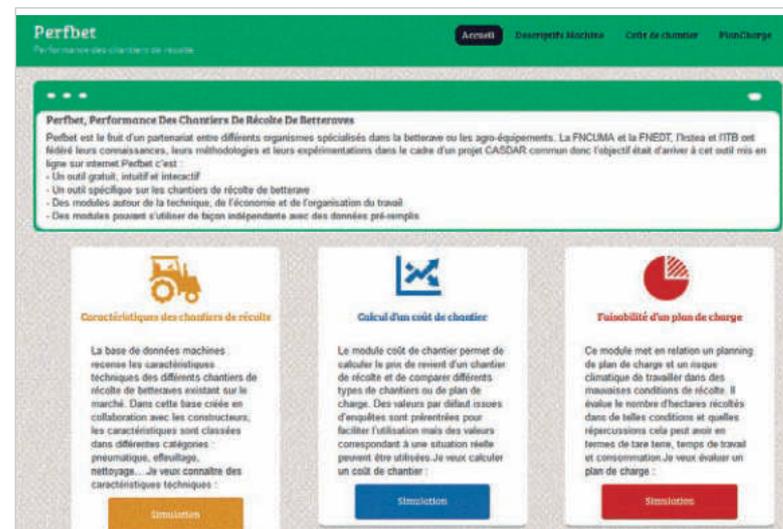


## Perfbet, un outil au service de la récolte

Lors d'un nouvel investissement, comment bien choisir son futur matériel et comment évaluer l'impact de plan de charge sur le coût total du chantier et la qualité du travail ? Il existe des machines de récoltes de betteraves de différents types, de différentes marques, et ce même si on assiste à une concentration des constructeurs de ce type de matériel. Le coût de la récolte est fortement impacté par le plan de charge de chaque machine (nombre d'ha récoltés/an) et son planning (répartition de la récolte de début septembre à début décembre). L'organisation de la récolte se trouve sous 2 contraintes : limiter la durée de stockage et récolter dans de bonnes conditions climatiques. Nos études ont montré que récolter dans de mauvaises conditions augmente de plus de 20 % la consommation surfacique (en l/ha) de la machine, la tare déchet exportée à l'usine et diminue les performances de récolte de près de 20 % (résultats projet perfbet 2010-2014).



Pour répondre à ces questions, l'ITB a mis à disposition des utilisateurs de machine de récolte l'outil d'aide à la décision Perfbet. Cet outil disponible sur le site Internet de l'ITB associe différentes approches de cette opération culturale rarement mises en commun au sein d'un même outil : des caractéristiques techniques des machines, des informations économiques et une évaluation du risque environnemental et économique d'un plan de charge au travers de 3 modules.

- Le module « *Choix d'une machine* » recense les caractéristiques techniques des différentes machines de récolte disponibles sur le marché. Il peut être utilisé si l'on veut connaître les caractéristiques des machines et les comparer entre elles.
- Le module « *Calcul des coûts de chantier* » estime le coût d'un chantier de récolte en fonction du plan de charge et de

données fixes ou variables relatives au chantier, tels que le prix de la machine, l'amortissement, le taux d'intérêts, les frais d'assurance, de réparation, la consommation de carburant... Il peut être utilisé si l'on veut connaître l'évolution du coût d'une machine suivant différents plans de charge, durées d'amortissement, nombre de bennes ou main-d'œuvre et pour comparer le coût de différentes machines entre elles.

- Le module « *Faisabilité du plan de charge* » indique comment optimiser son plan de charge en fonction du type de chantier de récolte, des risques climatiques de la région, du type de sol et évalue les répercussions en termes économique et environnemental. Il peut être utilisé si l'on veut connaître les périodes où l'on peut en moyenne récolter dans de bonnes conditions dans un contexte pédoclimatique et en fonction d'un plan de charge donné. Sont aussi évalués les risques pris

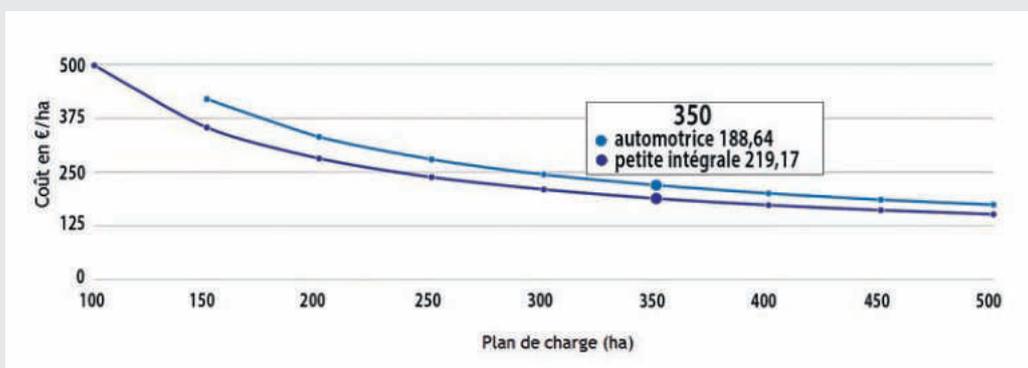
avec un plan de charge en termes d'augmentation de temps de travail, de consommation et de tare terre (simulation sur la base des résultats des expérimentations Perfbet). Ces simulations disponibles dans Perfbet en font un outil utile dans différentes situations.

### Changer de machine en conservant le planning de plan de charge

Lors de l'achat d'une nouvelle machine sans changer de plan de charge, il faut surtout utiliser le module « *choix d'une machine* » et « *coûts de chantiers* » de Perfbet. Avec le module « *choix d'une machine* », je vérifie que les caractéristiques techniques de ma nouvelle machine correspondent à mes attentes. En rentrant les paramètres de coût de mon

#### Exemple 1 : Changement de machine

Paramètres d'entrées Calcul des coûts fixes		
	Automotrice	Petite intégrale
Prix neuf (€)	240 000	350 000
Valeur résiduelle (%)	25	40
Plan de charge (ha)	330	330
Durée d'amortissement (année)	5	5
Taux d'intérêt (%)	3	3
Frais d'assurance (%)	0,5	0,5
Frais de remisage (%)	0,5	
Total des coûts fixes (€/an)	43 240,7	52 559,36
Total des coûts fixes (€/ha)	131,03	159,27



Evolution du coût de chantier en fonction du plan de charge

Dans cet exemple, on compare une automotrice et une petite intégrale (15 à 18 m<sup>3</sup> de trémie). Pour le calcul de coût, les paramètres que l'on fait varier entre les deux machines sont les coûts fixes du prix et de la valeur résiduelle et une consommation de 50 l/ha pour la petite intégrale et de 45 l/ha pour l'automotrice. On ne rajoute aucun coût optionnel (bennes ou main-d'œuvre). Au total, on arrive à 188 €/ha pour l'automotrice et 220 €/ha pour la petite intégrale. Pour arriver à un coût de chantier égal à celui de l'automotrice, il faudrait faire 450 ha avec la petite intégrale.

ancienne machine et ceux de ma nouvelle machine, je peux comparer les différents coûts de chantier en fonction de différents plans de charge (cf exemple 1). Le module « *faisabilité du plan de charge* » peut alors être utilisé pour connaître ses plages de récolte en bonnes conditions suivant son contexte pédoclimatique et connaître quel risque on prend en terme de coût et d'impact en fonction de son plan de charge lors d'une année difficile.

## Modifier le planning de plan de charge sans changer de machine

Si je souhaite augmenter mon plan de charge (planning ou surface) pour garantir un meilleur amortissement de ma machine ou du fait de nouvelles opportunités, il est alors

intéressant d'exploiter en profondeur les modules « *coût de chantier* » et surtout « *faisabilité de plan de charge* ». Il est en effet important de pouvoir évaluer si cette augmentation ou ce changement de planning aura des impacts sur le temps de travail, la consommation et même sur la qualité de la récolte (tare terre).

Il faut comparer le nombre d'hectares récoltés en conditions difficiles pour la récolte du planning actuel et du nouveau planning, en particulier dans la partie « *répartition du plan de charge suivant les conditions de récolte* » (cf. exemple 2). Il est conseillé de faire varier les paramètres planning et nombre d'ha travaillés par jour pour voir comment cela fait varier le nombre d'hectares récoltés en mauvaises conditions, cela est fait pour vous de manière automatique dans la dernière partie de ce module « *optimisation de plan de charge* ». Vous pouvez comparer aussi les impacts en année humide en

regardant la partie « *risques encourus en année humide* » des deux simulations pour vérifier que ce nouveau plan de charge n'engendre pas plus d'impact en année humide.

## Changer à la fois de machine et de plan de charge

Lors d'une modification à la fois du type de machines et du planning de plan de charge, il convient d'utiliser les 3 modules de l'outil Perfbet et de faire différentes simulations pour évaluer l'impact de tous les paramètres.

Avec l'arrêt des quotas à partir de 2017, les durées de fonctionnement des usines vont s'allonger pour améliorer leur compétitivité. Ces durées de campagne plus longues et l'absence de prix garantis de la betterave impliquent une organisation du chantier de récolte sans faille, du choix de la date de récolte aux réglages de la machine qui ont un fort impact sur les paramètres qualitatifs de la récolte. L'outil Perfbet, au travers du choix de la machine et de simulation adaptée à son contexte, permet d'organiser au mieux sa récolte. Alors, pour la prochaine campagne, rendez-vous sur [www.itbfr.org](http://www.itbfr.org) à la rubrique outils interactifs.

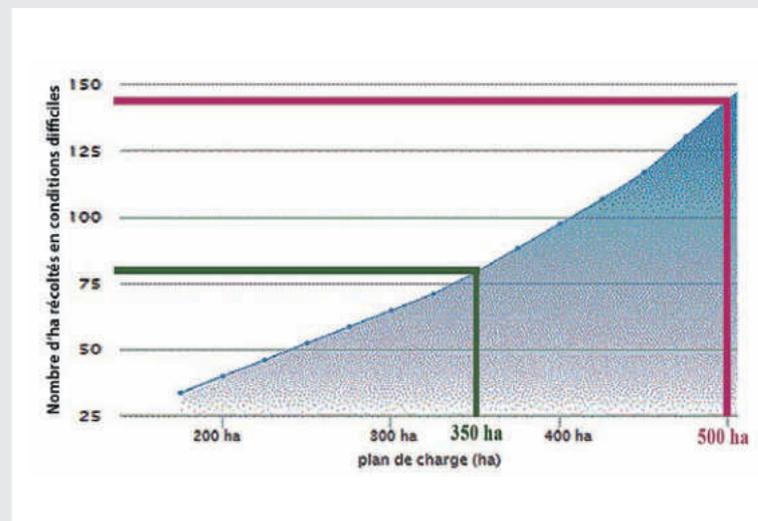


Exemple 2 : Changement de plan de charge

<b>Type de chantier</b> INTEGRALE	<b>Plan de charge (ha)</b> 500	<b>Performance ha/h</b> 1
<b>Nb d'h de travail par jour</b> 10	<b>Stations Météo</b> LILLE (59)	<b>Type de sol</b> sol limoneux

(Remettez vos propres valeurs ou utilisez celles par défaut, attention la somme des ha des différentes quinzenes doit être égale à votre plan de charge)	
1-15 Septembre	48.67
16-30 Septembre	72.07
1-15 Octobre	89.92
16-30 Octobre	105.3
1-15 Novembre	124.2
16-30 Novembre	59.74
Décembre	0

Paramètres d'entrées du Module 3.



Evolution d'un nombre d'hectares récoltés en conditions difficiles en fonction du plan de charge.

$78/350 = 22\%$  des hectares sont récoltés dans de mauvaises conditions en année médiane.

$148/500 = 28\%$  des hectares sont récoltés dans de mauvaises conditions en année médiane.

Impact en année humide	350 ha	500 ha
Temps de travail en plus	7,89	7,71
Consommation en plus	9,37	9,13
Tare terre en plus avant déterrage	7,89	7,71

Dans cet exemple, sont comparés des plans de charge d'une intégrale dans la région de Lille travaillant dans un sol à dominante limoneuse. On veut vérifier que le passage de 350 à 500 ha du plan de charge de la machine n'a pas trop d'impact sur le travail. Pour ce faire, après avoir rentré les données d'entrée (en gardant la part d'arrachage par quinzaine proposé par défaut par l'outil), on regarde le nombre d'hectares récoltés en conditions difficiles. Dans

cet exemple, dans le plan de charge actuel, 22 % des hectares sont récoltés en conditions difficiles, et dans le nouveau plan de charge de 500 ha 28 %. Il n'y a que 4 points de différence entre les 2 simulations.

L'impact de cette augmentation de plan de charge est mineur sur le temps de travail, la consommation et la tare terre en année médiane (environ 1 % d'augmentation). Si la différence de pourcentage du nombre d'hectares réalisés dans

de mauvaises conditions par rapport à la surface totale entre vos deux simulations est inférieure à 10 points, cela a peu d'impact sur votre temps de travail, consommation et tare terre (moins de 2,5 %). S'il y a plus de 20 points de différence, l'impact de ce changement de planning commence à être plus important avec 5 % d'impact.

Si l'on regarde maintenant l'impact sur le temps de travail, la consommation et la tare terre d'une année difficile de

ces deux plans de charge, il y a peu de différence. Par contre, le niveau d'impact est assez élevé : 7,8 % de temps de travail et de tare terre en plus et 9,3 % de consommation en plus par rapport à une année médiane.

La gestion du planning de récolte sera donc importante pour limiter les impacts en année humide d'autant plus qu'en sol limoneux dans la région de Lille le risque d'être en année humide est de 4 années sur 10.



# Entretien et réglages pour une récolte de qualité

Une fois la machine choisie et le planning de plan de charge défini, il est nécessaire avant le début de chaque campagne de l'entretenir et d'avoir fait les réparations nécessaires mais aussi de procéder à des pré-réglages à l'atelier car les conditions de récolte de ce mois de septembre ont peu de chance d'être les mêmes que celles de la fin de la dernière récolte. Il s'agira enfin d'effectuer les derniers réglages dans la parcelle de betteraves en fonction des conditions du jour (type de terre, humidité, variété,...).



## LES GRANDES LIGNES DES RÉGLAGES

Comme tout matériel, l'état de la machine est la première condition d'un bon fonctionnement. Réparations et entretien doivent être à jour. A partir de ceci, on distingue deux types d'interventions :

### Réglages de base à l'atelier

Avant de commencer toute opération, il est nécessaire de faire le tour de la machine et de remplacer les pièces usées ou abîmées (fléaux d'effeuilleuse, couteaux de scalpeurs, disques, patins, socs, barreaux et jons de turbine, grilles,...). A la suite de cet entretien, il est nécessaire de retrouver les réglages de base de la machine qui sont différents des ajustements faits à la fin de la récolte de l'année dernière. On a peu de chance de retrouver les mêmes conditions au début de cette campagne et on a certainement changé des pièces usées, socs ou patins par exemple, ce qui modifie les cotes sur les organes de travail. Un réglage de base à l'atelier sur sol plat et dur est indispensable, il permet aussi une dernière vérification de la machine. Pour cela il faut repartir du livret constructeur afin de retrouver les cotes moyennes, celles de chaque modèle pouvant être sensiblement différentes les unes des autres. Elles donnent une base pour les premiers réglages qui seront ajustés au champ. Ne pas oublier de commencer par vérifier la pression des pneumatiques pour que la machine ait une attitude conforme à celle prévue par le constructeur. Il est nécessaire de contrôler chaque partie de la machine :

#### • L'effeuilleuse

L'horizontalité transversale de l'effeuilleuse afin qu'elle travaille à la même hauteur sur les différents rangs. L'horizontalité longitudinale afin de permettre un bon travail des scalpeurs. L'usure des fléaux de l'effeuilleuse (usure plus importante du côté où la trémie vidange du fait de la butte de terre).

L'affûtage des couteaux des scalpeurs, ils sont indispensables. L'épaisseur de coupe se règle en écartant ou rapprochant le tâteur et le couteau l'un de l'autre.

#### • Le bâti arracheur

Une fois posé sur le sol, il est important de vérifier l'horizontalité longitudinale. Si la machine est équipée d'un contrôle de hauteur droite/gauche, en profiter pour repérer sur l'indicateur la position horizontale.

Concernant les bâtis à disques, tous les disques doivent toucher le sol ainsi que l'extrémité des patins les plus en arrière. On modifiera la hauteur relative des patins par rapport aux disques selon les conditions de récolte. Si les anciens ne sont pas trop usés, il peut être judicieux de ne mettre des patins neufs qu'avec l'arrivée des mauvaises conditions de récolte. En effet, lorsque le sol est sec, il est nécessaire de remonter les patins par rapport aux disques. Concernant les bâtis à socs, il est nécessaire de vérifier l'usure des socs et leurs écartements.

#### • Position des turbines par rapport au bâti

Les réglages de base positionnent les turbines 7 à 8 cm au-dessus des organes d'arrachage posés sur un sol dur. Dans le plan horizontal, elles doivent aussi en être assez éloignées pour éviter la casse sans qu'il y ait de pertes.

#### • Le nettoyage des betteraves

Il ne faut pas oublier de vérifier l'usure des barreaux des turbines ouvertes, l'état général des grilles, de la chaîne élévatrice et de la trémie.

### Réglage dans la parcelle

L'objectif est d'affiner ces réglages « moyens » en fonction de l'émergence des betteraves, de la physiologie de la population et des conditions de récolte. Après avoir arraché quelques dizaines de mètres, il est nécessaire de procéder à quelques ajustements par rapport aux pré-réglages de l'atelier.

#### • La vitesse

Il n'y a pas de vitesse conseillée lors de l'arrachage des betteraves, tout dépend des capacités de nettoyage de sa machine ainsi que des conditions de récolte. Pendant le premier rayage de chaque parcelle, il est intéressant d'essayer des vitesses croissantes afin d'estimer la vitesse limite de la machine. Une fois cette vitesse limite trouvée, la vitesse

d'avancement conseillée permettant le meilleur compromis entre performance économique et qualité de la récolte sera d'avancer à 2/3 de cette vitesse limite.

#### • L'effeuillage

Le rotor de l'effeuilleuse doit être réglé sur les betteraves les plus hautes, les pétioles restants devront être éliminés par les scalpeurs. Ceux-ci sont bien évidemment indispensables, l'affûtage doit être effectué tous les jours (sauf lames traitées). Le réglage de la hauteur du rotor est à adapter tout au long de la journée en fonction des parcelles (de l'émergence des betteraves, de leurs régularités,...). La hauteur du rotor de l'effeuilleuse doit être réglée sur les betteraves les plus émergentes ou quelques centimètres plus haut pour les effeuilleuses équipées de « micro-scalpeurs », le reste du travail s'effectuant avec les scalpeurs. Il est conseillé, après avoir arraché quelques dizaines de mètres, de s'arrêter puis de reculer de quelques mètres afin de juger de la qualité de l'effeuillage et d'adapter la hauteur de l'effeuilleuse plus précisément en fonction de l'émergence de la variété.

Il est important de rappeler que la présence de scalpeurs est indispensable sur l'effeuilleuse. Ils doivent être entretenus et en bon état. Les couteaux doivent être affûtés afin d'être coupants et de pouvoir éliminer les restes de pétioles sur les betteraves. La pression d'appui sur les scalpeurs doit être adaptée à l'émergence des betteraves mais aussi au type de terre afin de ne pas coucher les betteraves. Il est nécessaire de contrôler l'usure du tâteur et de modifier son réglage, en particulier s'il est légèrement usé. L'épaisseur de coupe des scalpeurs va dépendre du dégagement entre tâteur et couteau. Une fois dans la parcelle, le chauffeur pourra modifier (de plus en plus souvent depuis la cabine) la hauteur de coupe des scalpeurs qui devra être différente en fonction de l'émergence des betteraves, de la variété, de la population,...

#### • L'arrachage

Il est impératif d'adapter la profondeur d'arrachage en fonction des conditions de travail (betteraves, sol, humidité). Elle doit être la plus faible possible, tout en permettant évidemment d'arracher les betteraves sans les casser avant leur entrée dans le circuit de nettoyage.

#### • Réglage des grilles et vitesse des turbines

Le réglage des grilles et la vitesse des turbines devront être un compromis entre pertes de betteraves et quantité de terre dans la machine. Dans de bonnes conditions de début de campagne on cherchera à limiter les pertes et ne pas provoquer de blessures sur les betteraves afin d'optimiser la conservation dans les silos à des températures qui peuvent être assez élevées en début de campagne.

## Nettoyage de qualité - Adapter les réglages aux conditions de récolte

Les conditions de récolte pour les premiers arrachages sont souvent bonnes dans l'ensemble, voire parfois sèches. Bien que les facteurs qui conditionnent l'obtention de betteraves plus propres soient répartis dans toute la durée de l'itinéraire technique, il ne reste plus, le jour de l'arrachage, que les réglages du matériel pour agir sur la qualité de la récolte mise en silo.

#### • Arrachage en conditions sèches, nettoyage facile

L'objectif ici est de conserver des betteraves propres tout en cherchant à limiter les pertes. Il ne doit pas y avoir de terre libre dans le silo.

Dans ces conditions où le nettoyage est facile, les capacités de nettoyage de la machine sont supérieures par rapport aux besoins. Il est donc nécessaire d'équiper la machine en conséquence afin de ne pas générer de pertes de betteraves excessives. On peut monter des tôles devant les grilles à barreaux lisses ou à queues de cochon, voire des bavettes caoutchouc en fin de circuit de nettoyage. On peut augmenter la vitesse d'avancement tant qu'elle n'est pas un handicap pour le nettoyage et la montée des betteraves dans la machine. Attention toutefois à la casse des pivots au niveau des organes d'arrachage qui va augmenter avec la vitesse. D'une manière générale, le bon compromis sera environ 2/3 de la vitesse maximale possible dans les conditions de la parcelle. On peut se permettre d'arracher plus profondément que la normale afin de limiter la casse des pivots au moment de l'arrachage.

#### • Arrachage quand les conditions de récolte se dégradent

L'objectif premier lorsque les conditions se dégradent est d'adapter les réglages de la machine afin de limiter la quantité de terre dans la récolte. Au fur et à mesure que les conditions se dégradent, le circuit de nettoyage est de plus en plus sollicité. Il est nécessaire d'adapter la vitesse d'avancement. Dès que de la terre libre apparaît en fin de circuit de nettoyage, il est indispensable d'enlever les équipements de protection des betteraves. Plus les conditions sont humides et plus la profondeur d'arrachage sera faible. Il est judicieux de réaliser différents réglages afin de trouver le meilleur compromis niveau de tare terre/pertes de betteraves. Ensuite,

il est possible d'ajuster les réglages de vitesse de rotation des organes de nettoyage. Ces réglages sont rapides à effectuer depuis le poste de conduite et peuvent être utilisés afin d'adapter le nettoyage à des variations intraparcellaires.

#### • Arrachage en conditions humides, terre collante

L'objectif est de réduire la quantité de terre exportée. La priorité est de réduire la tare terre. Il n'est plus question de vouloir conserver les plus petites betteraves. Il est nécessaire de conserver le circuit de nettoyage propre. Il est préférable de choisir des grilles du type à « queues de cochons » droites ou coudées qui sont moins sujettes à l'encrassement et permettent un nettoyage plus énergique. Il est nécessaire également d'adapter la vitesse d'avancement aux nouvelles conditions. La consigne est toujours la même, 2/3 de la vitesse maximale possible compte tenu des conditions afin de laisser à la machine la possibilité de travailler sans être en permanence surchargée. Concernant le nettoyage, il n'est plus question de vouloir conserver toutes les petites betteraves. Si la machine ne laisse passer aucune betterave en dessous de 6 cm de diamètre c'est qu'elle ne nettoie pas assez. Relever les grilles permet de diminuer le niveau de tare terre. On peut également augmenter la vitesse des turbines afin d'intensifier le nettoyage jusqu'à l'apparition de casses systématiques. Il est important de penser à conserver l'efficacité du circuit de nettoyage (grattoirs, roues et moulinets déboueurs).

## En conclusion, cinq conditions pour une qualité de récolte optimale

**1. Avoir un matériel en état revenu aux réglages de base :** il est utile d'avoir des repères (marques, cotes caractéristiques) pour pouvoir les retrouver facilement à tout moment, même au champ. Quand on aura modifié au fil du temps les positions, inclinaison, etc. les différents organes de la machine, il sera intéressant de pouvoir revenir à cette position « de base » rapidement. Ces réglages ne sont pas les meilleurs, au contraire. Il faudra les adapter aux conditions de sol, d'humidité, de la parcelle.

**2. Trouver le bon compromis entre propreté des betteraves et pertes :** en conditions faciles, ceci ne pose en général pas de problème car la capacité de nettoyage du matériel est plus que suffisante. On peut alors obtenir des betteraves nettoyées, une tare déchet faible, avec des pertes limitées. Quand les conditions de récolte vont se dégrader, le nettoyage va devoir être plus énergique et les pertes vont avoir tendance à augmenter. Visuellement, il est difficile de ne pas les surestimer, mais il faut en accepter pour être sûr de nettoyer au mieux les betteraves.

### Pertes des betteraves entières

(Betteraves ramassées sur une surface de 6 rangs x 7 m (environ 20 m<sup>2</sup>))



Pertes de 2 t/ha



Pertes de 0,5 t/ha

**3. Evaluer les pertes :** même imprécises, ces estimations permettent souvent de s'apercevoir que finalement on ne perd qu'un faible tonnage à l'hectare. Les pertes par casse, c'est-à-dire les bouts de racine perdus, sont difficiles à mesurer. Elles constituent pourtant en général la majeure partie de ce qui reste dans le champ. Les pertes de betteraves entières sont elles, beaucoup plus visibles bien que représentant une masse totale inférieure.

**4. Tester différentes intensités de nettoyage :** pourquoi ne pas essayer un nettoyage plus énergique, quitte à revenir en arrière si on estime que l'on est allé trop loin ? Tant que l'on n'a pas observé des pertes excessives, on n'est pas allé au maximum de nettoyage permis dans les conditions du jour.

**5. Remettre en cause les réglages dès que les conditions évoluent :** Modification de la nature du sol, son humidité, les conditions climatiques, mais aussi les caractéristiques des betteraves (variété, population, émergence, espace-ment, feuillage,...).

## Effeillage de qualité

Il s'agit d'un point capital lors de la livraison de la production à la sucrerie. La présence de pétioles et de verts dans les livraisons de betteraves à l'usine pose de sérieux problèmes en termes d'environnement, de coûts d'élimination, et peuvent diminuer la richesse. Le réglage optimal du scalpage vise à ce que leur proportion ne dépasse pas 10 à 20 % de betteraves. Inversement, un scalpage trop important fait perdre de la matière qui reste au champ, réduit la recette du planteur et peut affecter la conservation longue des betteraves. D'autant plus que, depuis la récolte 2014, une modification dans la réception intervient pour la plupart des sucre-

ries : le décolletage manuel est remplacé par un collet forfaitaire.

Les dispositifs d'effeuillage/scalpage les plus récents marquent des évolutions qui visent à optimiser cette opération. Divers organes sont proposés par les constructeurs permettant de réaliser un scalpage plus léger sans conduire à l'accroissement des verts attenants à la racine. En pratique, la difficulté est de trouver le compromis entre les deux. En effet, la forme des betteraves est variable et il faut composer avec des hétérogénéités de placement sur le rang, de diamètre de racine et de hauteur au-dessus du sol.

