

Les règles pour une bonne préparation de sol

Les conditions de l'automne et de l'hiver 2014-2015 sont certainement plus favorables à l'état des structures que celles du début de la campagne précédente. Il faut savoir profiter de ces conditions pour limiter le nombre de passages quand c'est possible, c'est-à-dire quand l'observation confirme un bon état structural initial. Pour autant, il est utile de rappeler les objectifs spécifiques des travaux de préparation pour la culture de betterave sucrière, et décrire les modes d'action qui permettent de les atteindre. Il faut avoir à l'esprit que, si la culture est exigeante en qualité de mise en terre pour la phase semis-germination-émergence, elle a aussi besoin d'une structure appropriée dans la période qui suit la levée et qui correspond au début de la mise en place du système racinaire. Dans ces deux objectifs, il s'agit d'obtenir un compromis entre porosité et cohésion.

Objectif : lit de semences

L'objectif premier des préparations est de créer un état structural qui anticipe le travail du semoir, pour une mise en terre de la graine qui assurera son imbibition et sa germination rapide, ensuite l'émergence.

Il faut obtenir une circulation de l'air et une évaporation de surface qui va réchauffer le lit de semence, et maintenir une alimentation en eau sous la graine par une couche plus resserrée (photo 1). En sol fragile, l'affinement de surface doit tenir compte du risque de battance, donc attention au passage de trop ! Attention aussi au dessèchement en sols plus argileux (mais aussi en limons), et rapprocher les interventions en cas de temps sec, en particulier si venteux.

Objectif : structure

On ne doit pas négliger l'importance de la structure du sol que vont rencontrer les racines dans la phase qui suit la levée. L'enracinement occupe alors un volume de sol limité, mais cette période est déterminante pour deux raisons : Elle doit assurer une progression du pivot rapide et régulière, elle doit aussi permettre à la plante de bien s'alimenter alors que le chevelu racinaire ne se développe que dans un volume de sol limité autour de la racine principale pivotante. Or à ce stade, la culture est particulièrement sensible à tout défaut d'alimentation en azote et en phosphore. Aussi, l'horizon compris entre 3 et 15 cm en profondeur doit avoir une bonne continuité verticale, il ne doit pas présenter de lissage ou de volumes compactés. Des résultats expérimentaux montrent un lien direct entre volumes compactés et proportion de racines fourchues (figure 1). Et surtout, il doit avoir une bonne cohésion structurale. Il s'agit en effet d'éviter une division du pivot et la formation de racines secondaires latérales précoces. Celles-ci peuvent être provoquées par des discontinuités de la structure qui arrêtent le pivot, mais aussi par un excès de fissuration et de porosité qui initient leur apparition. Sans doute ce développement latéral de racines secondaires et d'un chevelu très ramifié s'explique-t-il en partie par une réaction de la plante à un défaut d'alimentation hydrique et d'alimentation minérale. Le manque de cohésion produit des discontinuités de l'eau libre du sol et ralentit la

diffusion des nutriments. Les conséquences ne sont pas négligeables. Une progression rapide du front d'enracinement permet à la plante d'accéder plus rapidement aux horizons profonds, à la totalité de l'azote minéral disponible, et de mieux tolérer les périodes sèches printanières ou estivales.

Des solutions techniques

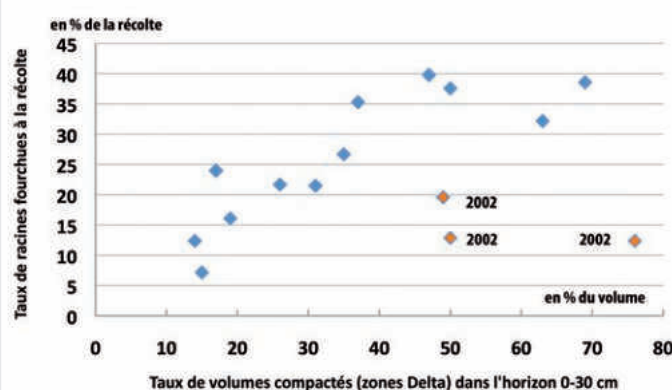
Le travail de préparation doit donc éviter deux risques, la formation de volumes compactés et de lissages d'une part et, d'autre part, le manque de cohésion de la structure. Les compactages peuvent être créés par des roues lors d'interventions de préparations trop précoces, ou lors des apports d'azote avant les préparations et semis. Les lissages de préparation sont moins fréquents aujourd'hui avec les progrès des outils combinés et leur bonne utilisation, mais il faut rester vigilant avec des compartiments sur certains outils, de dents type cœurs, dents courbées, et proscrire les outils à disques. En non-labour, un horizon superficiel pailleux, bien ressué au printemps, peut isoler un horizon sous-jacent plus humide, d'autant plus sensible au lissage qu'il sera d'une structure fermée. Plusieurs points doivent être regardés pour éviter compactages et lissages. **La période de labour doit être adaptée au type de sol.** Des essais ITB en sols limoneux ont montré, sur plusieurs années de climat contrasté, un taux de fourchage plus élevé en labour d'hiver (37 % des plantes en moyenne à la récolte) qu'en labour de printemps (14 % en moyenne). Le mode d'apport d'azote peut être retardé en optant pour un apport par enfouissement localisé au semis. En cas de dose faible inférieure à 80 kg/ha, il n'y a pas de risque à rapprocher l'apport du semis (voir BF n° 1016). **Les équipements de report de charge** et d'élargissement de la surface portante du tracteur de préparation répartissent son poids et réduisent l'intensité des pressions exercées sur le sol. Ce sont les jumelages et pneus larges, ainsi que les équipements type tasse-avant (photo 2). Leur intérêt est aussi de contribuer au resserrement homogène de la structure.

A l'opposé, l'autre écueil est le manque de cohésion de l'horizon de préparation, qui pénalise le début de croissance (photos 3 et 4). Il peut être dû à un travail trop profond, souvent en reprise de labour. On rencontre plus souvent ce problème lorsque les labours ont peu



Mise en terre optimale pour une levée rapide. Terre fine en surface, et cohésion de la structure sous la graine.

Fig. 1 Taux de fourchages et volumes compactés
Résultats INRA-ITB Mons (80)



Le graphe montre la relation assez étroite qui lie le taux de fourchage observé à la récolte et la proportion de volume de sol compacté, dans un essai Inra de longue durée (Estrées-Mons, 80). L'année 2002 se distingue par le faible fourchage, effet de pluies régulières au printemps.

évolué, et que la maîtrise de profondeur de préparation est plus difficile à appréhender. Sur un gros volume de terre ameublie, les éléments de rappui de l'outil de préparation ne pourront alors pas être efficaces. On obtient un nivellement peu homogène et des alternances de zones souples et de zones plus resserrées. Des conditions de sols déjà bien fragmentés et ameublés naturellement en sortie d'hiver par des périodes de gel peuvent aussi favoriser ce manque de cohésion interne, mais l'efficacité des outils sur un sol déjà nivelé au départ sera meilleure. Les pailles mal décomposées sont aussi un facteur d'hétérogénéité de la structure interne de l'horizon labouré et de zones sans cohésion. Il n'est pas rare de visualiser les lignes d'accumulation de pailles dans le développement des betteraves au printemps. Le (ou les) déchaumage(s) reste la première intervention de travail du sol avant betteraves. Pour éviter ces manques de cohésion de l'horizon de préparation, l'outil acquis pour l'exploitation doit être adapté au type de sol. On optera prioritairement pour des pièces travaillantes de rappui dans les sols battants, surtout en labours de printemps. Les outils combinés, de type betteravier, conjuguent plusieurs compartiments successifs, rouleau avant, barre niveleuse, dents droites, rouleaux ou croskillettes arrière. Ce type d'équipement est déjà efficace sur le lit de semence, et assure le contact terre graine en terres veules. L'action de chaque compartiment étant différente, ces outils sont prévus pour être réglés selon l'état observé du sol, en donnant une priorité de travail à

l'un ou l'autre compartiment. Lors des interventions, on conseille donc de choisir un réglage de l'outil approprié, et éventuellement de modifier ces réglages d'une parcelle à une autre. Ces possibilités de réglage, assez simples en général, sont certainement trop souvent négligées dans la pratique.

L'état des structures en fin d'hiver

L'hiver qui s'achève a été plus marqué que l'hiver 2013-2014, même si les épisodes de gel ont été assez courts et d'intensité modérée. En Picardie, on note environ 25 jours de gel, mais jamais de températures inférieures à - 6°. En Champagne, en Ile-de-France et en Beauce, l'intensité des gels a été un peu plus marquée avec quelques épisodes de plusieurs journées, donc un effet restructurant plus fort. **A l'issue, le bilan est nécessairement nuancé.** Les labours réalisés en fin d'automne et début d'hiver ont évolué superficiellement, mais peu en profondeur, et peuvent être restés dressés et présenter encore un relief important. Les pluies de février ont pu colmater la couche de surface, et le temps sec de début mars durcit la surface par assèchement. Dans la mesure où ils ont été réalisés dans de bonnes conditions, le ressuyage est assez rapide, mais il y aura un risque de conserver de l'humidité en profondeur. Donc attention à ne pas travailler trop en profondeur et remonter des lards de terre humide. Il n'est pas utile, mais au contraire risqué, de vouloir accélérer le ressuyage par une reprise précoce

en profondeur. Ces conditions sont aussi propices aux compactages qu'on ne voit pas à la seule vue du travail de surface. Dans des sols à tendance argileuse qui auraient partiellement séché, il pourra être utile de recourir aux chasse-mottes sur le semoir pour une mise en terre régulière, plutôt que repasser un outil pour casser les dernières mottes. Donc on peut résumer la situation en disant qu'elle est relativement favorable, mais qu'il faudra être très attentif à l'état du sol, en surface et en profondeur, lors des interventions.

Ce qu'il faut retenir

- La culture de betterave est sensible à la qualité de mise en terre pour la réussite de la phase de levée germination, mais sa vigueur au démarrage est aussi conditionnée par sa rapidité d'enracinement.
- Le travail du sol doit rechercher un compromis entre ameublissement et cohésion. Les équipements, et surtout leur réglage, tant pour l'outil de préparation que pour le semoir, sont déterminants.
- Les conditions de l'année sont mitigées, plus favorables qu'en 2014, mais exigeront une attention particulière car les apparences pourront être trompeuses.

2



L'équipement complet jumelage et tasse-avant répartit les poids sur toute la largeur de travail et limite les risques de tassement.

3



Défaut de formation du pivot et développement superficiel excessif du chevelu racinaire par manque de cohésion de l'horizon 0-15 cm.

4



Un manque de rappui peut se traduire par une hétérogénéité des plantes et des différences des croissances, même entre les plantes levées simultanément.

5



En conditions de sol sec et en absence de pluies à venir, on rapprochera les interventions pour profiter au maximum de l'humidité résiduelle pour la germination-levée.



Technique Strip Till : Synthèse des résultats de l'ITB

Le principe d'un travail du sol limité à la bande semée avait été proposé dans les années 90 avec des outils de travail de préparation localisée sur le rang, outils animés tels le Rotasemis® Howard ou l'outil Bristasse® des établissements Dorez. Ces outils préfiguraient la technique de "Strip Tillage", littéralement "travail du sol en bandes". Leurs résultats étaient favorables, mais le concept se heurtait à deux contraintes : celle d'un outil dédié à une seule culture (largeur d'interrang de 45 cm ou 50 cm), et obligation d'un couplage outil-semoir afin de positionner correctement le rang de semis sur la bande travaillée. Cette deuxième contrainte est levée par le développement d'équipements de positionnement GPS suffisamment précis pour placer le semoir sur des bandes préalablement travaillées avec un outil Strip Till, et la possibilité de semis de colza à 45 cm avec un semoir monograine ouvre les possibilités d'application de l'outil à au moins deux cultures. Les outils Strip Till proposés aujourd'hui ne se limitent pas à une préparation superficielle, mais sont des outils conçus pour combiner travail profond et finition superficielle en un seul passage. Nous présentons ici une synthèse des expérimentations conduites par l'ITB depuis 6 ans.

Intérêts spécifiques du Strip Till

Les résultats expérimentaux établis en implantation sans labour conventionnelle ont montré qu'il est souvent préférable de maintenir un travail profond pour assurer la progression du pivot et l'enracinement des betteraves. Les outils d'ameublissement sont utilisés dans ce but, mais les dents ou lames de travail profond ne sont pas suffisamment nombreuses pour réaliser un travail homogène, et produisent plutôt une alternance de zones travaillées et de zones faiblement fissurées. Le rang n'est alors pas toujours placé à l'aplomb des zones travaillées, et peut se trouver au contraire sur des volumes non ameublés.

L'avantage du Strip Till est que le rang est toujours placé à l'aplomb d'une zone travaillée en profondeur. De plus, en recherchant un travail limité à la largeur du rang, les dents peuvent être plus fines et l'outil moins exigeant en

puissance de traction. Le maintien de l'interrang non travaillé est un atout pour conserver une forte rugosité de surface et limiter le ruissellement et l'érosion. En corollaire, le Strip Till ouvre la possibilité de travailler à l'automne dans un couvert en place sans le détruire. Même s'il assure à la fois un travail profond et un travail plus superficiel, le Strip Till reste un outil de travail simplifié, voué à réduire les temps de travaux et la consommation d'énergie. L'implantation au Strip Till s'apparente à une technique "TCS" (Technique Culturelle Simplifiée), qui exige une réflexion de l'ensemble de la gestion de la parcelle depuis la récolte du précédent, un semoir adapté, et bien sûr un équipement GPS type "RTK". Il s'adresse prioritairement à des exploitants déjà familiarisés avec des conduites sans labour.

Cet objectif de travail rapide peut trouver ses limites pour le semis d'une culture sensible à la qualité de mise en terre.

Tableau 1 : Résultats des implantations simplifiées Strip Till - semis direct				
Lieu d'essai (en gris : sols de craie champenoise, en bleu : sols de limon normands)	Vitesse levée (*)	Population (**)	Rendement sucre (**)	Taux de fourchages (***)
MARIGNY 2008 (semoir couplé)	-10	1	-3	-100
DOSNON 2009 ST 16 cm (semoir couplé)	0	14	10	-57
DOSNON 2009 ST 22 cm (semoir couplé)	0	17	7	-56
ECHEMINES 2009 ST 22 cm (semoir couplé)	dm	-4	11	-7
ECHEMINES 2009 ST 16 cm (semoir couplé)	dm	-5	-2	-16
VILLELOUP 2010 (semoir couplé)	0	-3	1	-15
VILLELOUP 2011 (semis dissocié, + 6 jours)	0	6	6	-3
VILLELOUP 2011 (+ 2 jours)	0	-7	-7	-9
VILLELOUP 2011 (+ 1 jour)	20	-1	-1	+33
FERE-CHAMPENOISE 2011 (ST Duro)	dm	0	-7	-47
FERE-CHAMPENOISE 2011 (ST Kuhn)	0	-2	-2	-50
FERE-CHAMPENOISE 2011 (ST Jammet)	0	1	1	-79
VIAPRES 2012 (dissocié)	80	-1	-4	-15
LUYERES 2013 (dissocié)	-4	2	3	-2
LUYERES 2013 (dissocié)	-5	2	3	-2
LENHARREE 2014 (dissocié)	20	2	9	0
GODERVILLE 2012 (semoir couplé)	15	0	-5	-24
SURVILLE 2012 (dissocié)	53	0	-7	-30
GODERVILLE 2013 (semoir couplé)	> 300	-52	-23	7
LA NEUVE GRANGE 2013 (dissocié)	91	2	2	2
LA NEUVE GRANGE 2013 (semoir couplé)	20	-19	-3	-19
VESLY 2014 (ST Duro) (dissocié)	25	-23	-5	+15
VESLY 2014 (ST Sly) (dissocié)	0	-2	-3	0

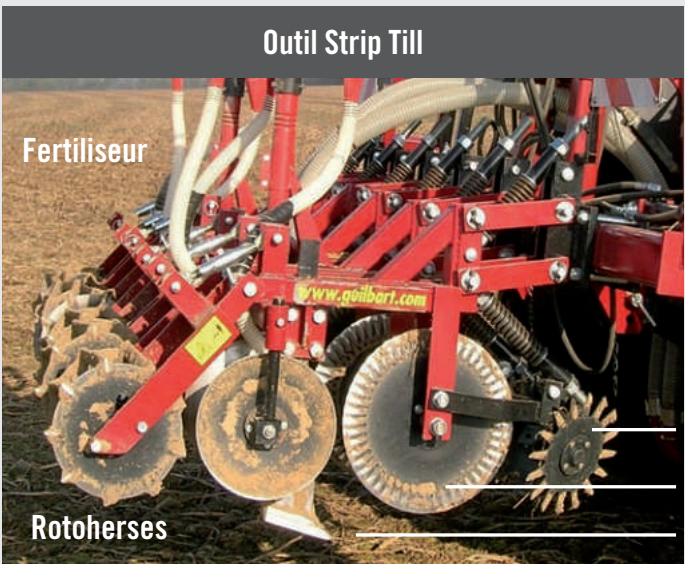
(*) La colonne "vitesse levée" est exprimée en somme de températures pour atteindre 50 % de levée. Les valeurs indiquent la différence de somme de T° par rapport à la référence. Une valeur de - 10 signifie que la modalité Strip Till a atteint 50 % de levée plus rapidement que la référence (écart de 10° jours).

(**) Les colonnes "population" et "rendement sucre" expriment des écarts en % relativement à la référence.

(***) La colonne "taux de fourchages" représente la différence relative (en %) de taux de fourchage entre la modalité Strip Till et la référence.

La référence est toujours le mode d'implantation appliqué par l'agriculteur sur ses parcelles, en non-labour classique.

Signification du code couleur des tableaux	
Résultat en faveur du Strip Till	
Résultat neutre (Strip Till équivalent à la référence)	
Résultat légèrement défavorable au Strip Till	
Résultat nettement défavorable au Strip Till	
Donnée manquante	dm



Chasse-débris
Disque ouvreur
Dent (travail profond)

Les essais conduits par l'ITB

Les résultats présentés ici sont issus d'essais annuels conduits par l'ITB dans les régions Normandie et Champagne, donc en sols légers, avec des interventions Strip Till au printemps. Nos références en sols de limons argileux ou argile ne sont pas suffisantes pour évaluer la technique en travail d'automne pour ces types de sols. Les essais sont mis en place dans des exploitations qui pratiquent une conduite culturale en non-labour sur leur sole betteravière, et dans des parcelles bénéficiant déjà d'un historique de suppression du labour de plusieurs années. Aussi, la technique d'implantation de l'exploitant est intégrée dans ces essais et considérée comme la conduite de référence à laquelle la technique Strip Till sera comparée.

Par contre, les modalités avec Strip Till ont été introduites pour ces essais sans expérience préalable sur l'exploitation, à l'exception du site normand de Goderville. Compte tenu de ce manque d'expérience initiale et du caractère crucial du bon positionnement de l'outil Strip Till selon les conditions hydriques, les effets négatifs reflétés par les résultats des essais, pour ce qui concerne en particulier la levée, sont très certainement accrus par ce défaut de maîtrise. Plusieurs modalités Strip Till étaient généralement appliquées, implantations Strip Till seul et semis sans autre intervention, implantations Strip Till associées à une intervention préalable de reprise ou à une préparation avant semis. La vitesse de levée et la vigueur après émergence conditionnent la productivité, et c'est sur cette phase que sont jugés prioritairement les modes d'implantation pour la betterave sucrière.

Résultats des conduites simplifiées Strip Till - semis

Ces résultats, rassemblés dans le tableau 1, mettent en évidence une difficulté de mise en œuvre dans des sols de limon qui se traduit par des levées plus lentes que celles obtenues dans la conduite de référence. Elles résultent à la fois d'un manque de contact terre-graine dans un travail trop grossier, et/ou d'un manque de réchauffement du lit de semences. En l'absence d'un travail de reprise préalable en sortie d'hiver, il est nécessaire d'attendre un ressuyage suffisant, et éventuellement de retarder la date de semis pour profiter de conditions plus favorables. L'option d'un semis associé au passage d'outil semble la moins favorable à la réussite du semis (essai à Goderville en 2013). Ces difficultés sont plus rarement constatées en sols de craie, où un effet favorable du Strip Till peut être

observé en conditions desséchantes, grâce à la limitation du nombre d'interventions et au maintien d'humidité dans l'interrang. Dans ce contexte, c'est la modalité de semis associé au passage de Strip Till qui peut être la plus efficace (essai à Dosnon en 2009).

A l'inverse, dans des conditions de sols plus humides, le maintien d'un délai de plusieurs jours entre le passage du Strip Till et le semis paraît souhaitable, comme déjà indiqué pour les sols de limon (essai de Villeloup en 2011). Dans les expérimentations conduites en limons en région Normandie, le délai supplémentaire constaté à la mise en place de la culture conduit à des pertes de productivité, de quelque % en général, mais qui peuvent être plus accentuées lorsque la population finale est restée insuffisante (modalité de travail ST Duro à Vesly en 2014).

En craie, les rendements constatés sont favorables, généralement équivalents aux rendements obtenus dans l'objet référence. On observe des gains de rendement dans plusieurs essais, qui sont ceux pour lesquels une bonne conformation racinaire est constatée à la récolte (essais de Marigny et Dosnon en 2008 et 2009).

La qualité de formation du pivot apparaît comme un atout spécifique de la technique, comparée à d'autres modes d'implantation sans labour, et s'explique par le positionnement maîtrisé du rang sur les bandes travaillées.

Conséquences d'un complément de travail du sol

Dans plusieurs essais, le Strip Till a été testé soit après une première reprise en sortie d'hiver, soit avec une préparation complémentaire par un passage d'outil conventionnel travaillant toute la surface du sol. On peut déjà admettre que ces interventions complémentaires vont à l'encontre des spécificités du mode de travail du Strip Till. On constate cependant dans le tableau 2 que la qualité d'implantation des betteraves se trouve améliorée en sols limoneux par un meilleur affinement du lit de semence et un travail du semoir facilité. On peut remarquer sur l'essai de Goderville en 2013 que c'est plus la reprise avant Strip Till que la préparation suivante qui améliore la levée, en favorisant le ressuyage et le réchauffement. Le même constat est fait sur l'essai de La Neuve Grange (figure 1). On voit que le travail complémentaire peut pallier certains défauts de l'outil Strip Till. Pour respecter le principe d'un travail limité au rang de semis, une option pourrait être de travailler devant le tracteur semeur avec un équipement de travail superficiel localisé. Ce type d'équipement existe, comme rappelé en introduction il mériterait d'être testé dans ce contexte.

Fig. 1

Essai Strip Till à Neuve Grange (27), 2013
Cinétiques de levée (en % de la population semée)

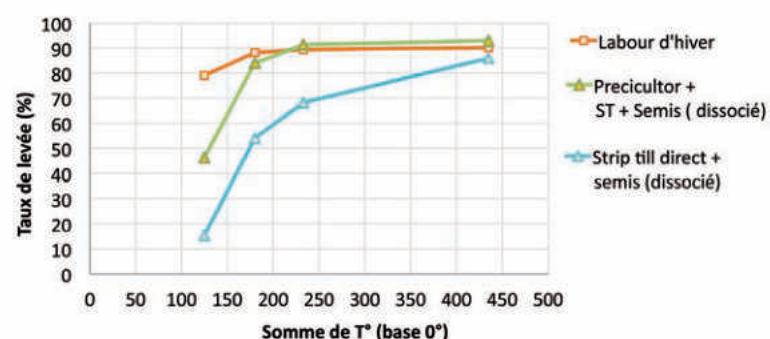


Tableau 2 : Résultats Strip Till avec reprise préalable ou préparation complémentaire

Lieu d'essai (en gris : sols de craie champenoise, en bleu : sols de limon normands)	Vitesse levée (*)	Population (**)	Rendement sucre (**)	Taux de fourrages (***)
LUYERES 2013 (ST-préparation)	-7	5	-3	-4
DOSNON 2010 (reprise-ST)	0	2	+5	-68
LENHARREE 2014 (ST-préparation)	35	0	+5	2
SOUDE 2014 (ST-préparation)	0	0	+4	-15
GODERVILLE 2013 (reprise-ST-préparation)	-14	19	8	-46
GODERVILLE 2013 (ST-préparation)	> 150	-35	-2	-3
GODERVILLE 2012 (reprise-ST-préparation)	-15	9	-2	-28
GODERVILLE 2012 (reprise-ST semoir)	15	-1	+4	-41
NEUVE GRANGE 2013 (reprise-ST semis à 24 h)	20	-2	0	-35
LA NEUVE GRANGE 2013 (reprise-ST semoir)	20	-7	-4	-35
SURVILLE 2012 (reprise-ST semoir)	53	-8	-8	-39
VESLY 2014 (ST Sly - préparation)	0	2	0	15

(*) (**) (***) : Voir légende du tableau 1

Ce qu'il faut retenir

Conceptuellement, la technique Strip Till propose un compromis qui répond aux difficultés d'une conduite simplifiée adaptée à la culture de betterave, avec le maintien d'un travail profond et une cohérence entre travail du sol et semis en rangs.

Sur l'ensemble de nos résultats, nous constatons que les outils proposés aujourd'hui par les constructeurs ne répondent pas suffisamment aux exigences d'une préparation pour un semis de betterave sucrière. Ils sont une alternative intéressante en sols de craie, mais doivent encore être adaptés pour des sols limoneux par des éléments complémentaires d'affinement et de resserrement de la structure. D'autres expérimentations doivent être développées en conditions argileuses et travail d'automne, insuffisamment représentées dans nos références.

