

# Préparation du sol : constats et conseils

La culture de betterave sucrière est exigeante vis-à-vis de la qualité de mise en terre, essentielle dans la phase semis-germination-émergence. La mise en place rapide d'une population homogène est le premier objectif du travail de préparation. Pour l'étape suivante de mise en place du système racinaire et de progression du pivot, la betterave a aussi des exigences spécifiques qui doivent être prises en compte pour assurer une croissance rapide. Cette étape est aussi celle qui conditionne la formation de racines régulières, non fourchées. Ces pages résument les bonnes pratiques à adopter, et font ensuite un point sur les conditions attendues régionalement pour les prochains travaux de préparation du sol.

## Créer une structure favorable

Une levée et une implantation rapides demandent un sol réchauffé, donc aéré et relativement sec en surface, et un maintien d'humidité à la base du lit de semence pour assurer la cohésion de la structure, le positionnement de la graine et la germination. Cette cohésion est aussi nécessaire pour la croissance ultérieure de la racine pivotante. La figure 1 schématise un profil optimal des premiers horizons à rechercher lors des interventions de travail du sol. Ce schéma est commenté et détaillé ci-dessous.

### 1. Affiner sans déstructurer

Le lit de semence doit favoriser le réchauffement, la circulation d'air, sans mottes qui pourraient faire obstacle à la plantule. Mais l'imbibition de la graine en germination exige une zone plus ferme sous la graine. Celle-ci est créée par le semoir, mais elle sera difficile à obtenir si le travail avant semis est trop profond, ou la structure trop pulvérulente en sol argileux. La formation de cette zone plus dense sous graine nécessite un sol encore suffisamment humide, d'où l'importance de rapprocher préparation et semis en conditions asséchantes. L'excès d'affinement accroît aussi le risque de battance en sols limoneux ou sols de craie.

### 2. Cohésion de l'horizon d'enracinement

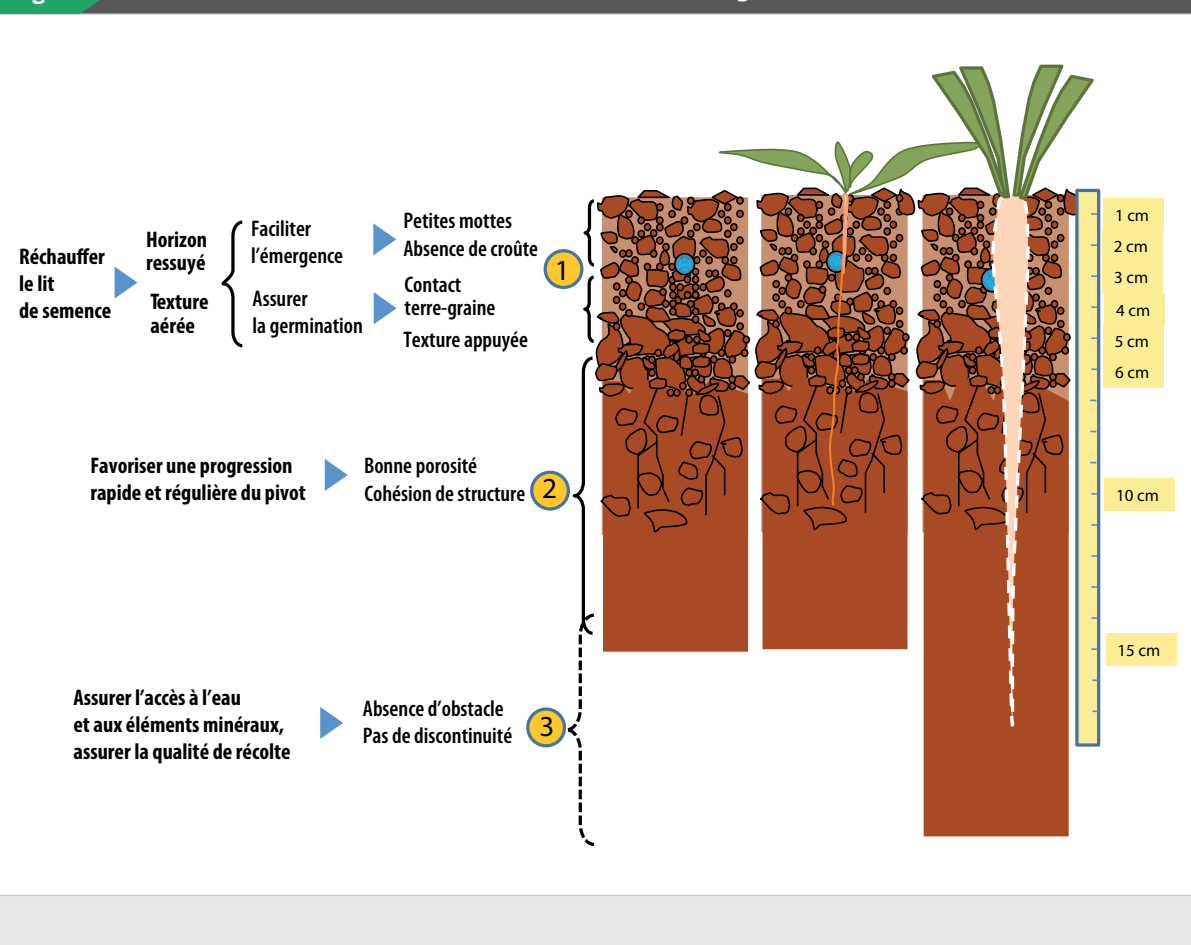
Pour assurer l'installation du système racinaire et la progression rapide du pivot, l'horizon travaillé doit avoir une bonne cohésion. L'excès de chevelu racinaire, développé au détriment du pivot, peut entraîner des retards de croissance et des états de carence transitoires en phosphore ou en azote. Les observations montrent que le développement régulier et rapide du pivot est plus pénalisé par des discontinuités dans le profil (lissages, zones creuses, ou volumes compactés) que par une relative fermeté de la structure si celle-ci est régulière et homogène. Les défauts de structure dans la couche de sol comprise entre 10 et 20 cm sont les plus préjudiciables à la qualité d'enracinement et à la tare terre.

### 3. Progression rapide et profonde du pivot

La rapidité d'implantation de la culture et la vitesse de croissance printanière sont primordiales pour sécuriser le rendement et, en particulier, pour limiter les conséquences de climats estivaux très déficitaires en eau. L'accès aux couches de sol profondes est aussi une sécurisation de l'alimentation azotée. En général, les structures observées au-delà de la profondeur de labour sont denses, mais l'état d'humidité qui se maintient en profondeur au printemps facilite la progression racinaire. C'est plus à la base de la couche travaillée que le pivot peut être ralenti ou divisé lorsqu'il rencontre des zones lissées ou des superpositions d'anciens lissages de labours. Sans pénaliser la productivité de la culture, ce type d'obstacle peut cependant favoriser la tare terre ou la casse à l'arrachage.

Fig. 1

Structure favorable à la levée et au démarrage de la culture



## Eviter les écueils

C'est surtout le nombre de passages qui joue sur l'affinement de surface. Le nombre d'interventions ne doit pas être établi par routine, mais être décidé en fonction de l'état structural constaté après la première intervention. L'observation en fin d'hiver est aussi un bon indicateur pour prévoir l'effet des outils, leur réglage éventuel, et pour éviter toute intervention prématurée pouvant générer des compactages superficiels très dommageables.

La présence de zones creuses et/ou compactées dans l'horizon labouré est la conséquence d'interventions antérieures, labours grossiers, labours en conditions humides, compactages plus anciens. Le gel peut corriger la situation, mais il doit être suffisamment intense et se prolonger sur au moins cinq jours. Le dégel par temps pluvieux peut aller à l'encontre de cette action structurante. Une bonne

évolution des pailles, grâce à la combinaison broyage-déchaumages, évite les vides créés par des bouchons dans le labour.

Les lissages des horizons les plus superficiels sont imputables à des reprises ou préparations trop précoces en conditions défavorables. Ils peuvent être favorisés par des pièces travaillantes de type cœurs ou disques. Par contre, le manque de cohésion est plus un symptôme d'excès de travail, reprise et préparation trop affinées et trop profondes.

On l'évitera par un bon réglage de l'outil, et en limitant le nombre de passages au strict nécessaire. Une répartition du poids du tracteur grâce à des équipements pneumatiques élargis et des dispositifs complémentaires de type tasse-avants contribuent à la cohésion du sol de façon homogène sur l'ensemble de la zone travaillée.



## Tour des régions, état des sols et conseils appropriés

Le point commun à toutes les régions est l'absence de temps froid et le faible nombre de jours de gel, gel jamais très marqué et qui n'a pu agir que de façon superficielle sur la structure. L'état initial très favorable des structures en début d'hiver doit être aujourd'hui nuancé par la pluviométrie qui a pu entraîner quelques dégradations.

Dans un ensemble Nord-Pas-de-Calais, Picardie, et Normandie, les labours réalisés courant novembre et décembre ont profité du temps sec (photo 1). Ces bonnes conditions favorisent leur fissuration et leur évolution ultérieure. L'épisode de quelques jours avec des températures de -7 à -8 °C, autour du 20 janvier, a fait descendre le gel jusque 10 à 12 cm en profondeur. Ce court épisode a été favorable, mais il a été suivi immédiatement de pluies, d'où une reprise en masse superficielle des sols les plus limoneux. Dans ces sols, le temps de ressuyage pourra être rallongé. La structure reste quand même très correcte (photo 2) et nettement plus favorable qu'en fin d'hiver 2014. Le salissement est modéré, on note ponctuellement la présence de véroniques, ammi majus, matricaires, chiendent. La situation de ces parcelles devra être réévaluée avant semis, afin de prévoir une destruction chimique préalable. Sur le secteur maritime, particulièrement en Pays de Caux, les pluviométries assez fortes de janvier et première décade de février ont

saturé les premiers horizons. Avec des labours de printemps, ces épisodes humides ne poseront pas de problème, mais demanderont un peu de patience pour bénéficier des meilleures conditions lors des premières interventions.

Dans les régions plus au Sud, Ile-de-France et Beauce, le climat sec de la fin d'été et de l'automne a été profitable aux interventions réalisées à cette période. En particulier, les labours et préparations d'automne ont été faits en très bonnes conditions. Ici encore, la qualité initiale obtenue a fait que les structures sont restées saines malgré le peu de gel efficace. Des journées plus froides, avec du gel matinal, après la mi-février, ont permis des apports d'azote sans dégradation. Les pluies enregistrées plus récemment, sans être excessives, ont réhumecté les profils. Aussi le bon ressuyage des sols en surface ne veut pas dire qu'on peut engager tout de suite des interventions. La prudence reste de mise et l'observation nécessaire avant de démarrer les préparations. Généralement, il n'y a pas d'inquiétude particulière sur l'état de salissement des parcelles, mais on peut trouver des parcelles avec des adventices déjà bien développées nécessitant une intervention avant semis (photo 3).

En Champagne, le constat de qualité des travaux d'automne-hiver est le même : L'état de sols bien ressuyés a favorisé l'efficacité des labours, et les pluies ultérieures n'ont pas eu de fort effet destructurant. Comme pour les autres régions, le gel a été discret. La conséquence est le redémarrage de plantes résiduelles des couverts d'automne mal détruits et

insuffisamment enfouis. Ces situations concernent surtout les terres de craie les plus colorées. On note aussi des salissements favorisés par les températures douces de l'hiver sur des parcelles préparées d'automne en terre plus lourde. Ces parcelles pourront nécessiter une reprise superficielle, faute d'action du gel, mais le salissement pourra demander une intervention chimique en complément. La présence d'adventices développées est d'ailleurs également constatée dans des parcelles en non-labour. Les quelques jours de gel ont donné de bonnes opportunités pour intervenir, mulcher superficiellement les résidus de couverts et détruire les adventices, mais ces fenêtres étaient de courtes durées.

### Ce qu'il faut retenir

A partir des observations des équipes régionales de l'ITB, on peut conclure que l'état des sols devrait être favorable à des préparations en bonnes conditions sans besoin d'interventions répétées. On peut qualifier ces conditions de normales, même si les sols limoneux seront parfois repris en masse. On ne peut que réitérer les conseils de prudence et le besoin de toujours évaluer l'humidité du sol par un coup de bêche jusqu'à une quinzaine de centimètres de profondeur, afin d'éviter d'intervenir trop tôt. Attention aussi aux quelques parcelles qui peuvent être salies par des redémarrages de couverts, ou des adventices favorisées par des températures printanières.

### Exemples d'observations des parcelles en fin d'hiver



A gauche, état d'un labour en fin d'automne dans le département de la Somme. Réalisé en situations sèches, il a procuré une bonne fissuration dont on bénéficiera au printemps.

A droite, parcelle photographiée dans l'Oise fin février : l'état de surface est sain, les pluies n'ont pas refermé la structure ni entraîné de prise en masse.



Deux situations qui pourront demander une intervention, mécanique ou chimique, avant le semis : à gauche, des ammi majus ont profité des températures clémentes (Ile-de-France).

A droite, une situation de salissement en parcelle conduite en non-labour (Champagne).





## 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 7 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 fourrages (***)
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
ECHÉMINES 2009 ST 22 cm (semoir couplé)	dm	-4	11	-7
ECHÉMINES 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

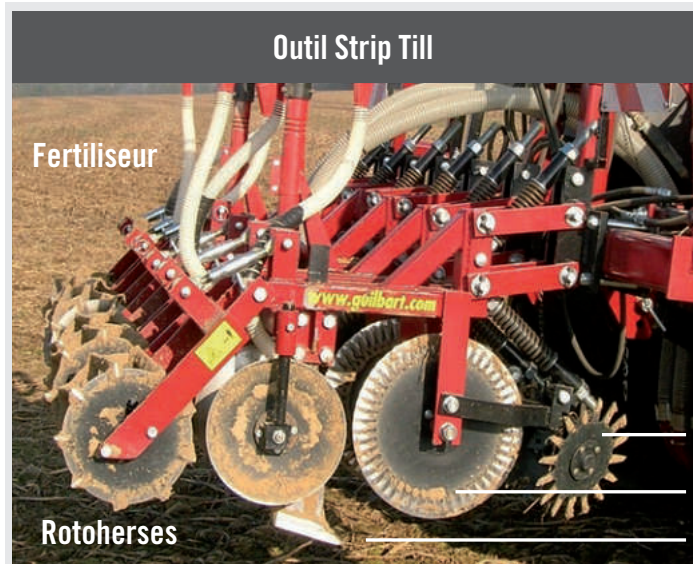
(\*) La colonne "vitesse levée" est exprimée en somme de températures pour atteindre 50 % de levée. Les valeurs indiquent la différence de somme de T° par rapport à la référence. Une valeur de -10 signifie que la modalité Strip Till a atteint 50 % de levée plus rapidement que la référence (écart de 10°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

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

(\*\*\*) La colonne "taux de fourrages" 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 ouvreuse  
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 La Neuve-Grange (27), 2013  
Cinétiques de levée (en % de la population semée)

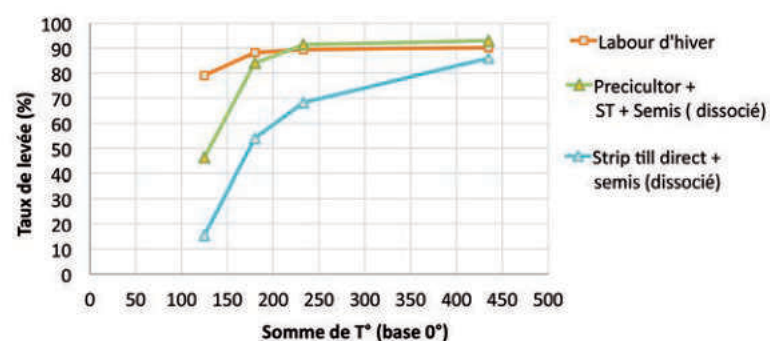


Tableau 2 : Résultats Strip Till avec reprise préalable ou préparation complémentaire

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.

