

Préparation de sol : faciliter le travail du semoir

La graine de betterave est très sensible aux défauts de préparation de sol et du lit de semence. Une mauvaise préparation peut dégrader la levée et pénaliser l'itinéraire technique (désherbage et qualité de récolte notamment) mais aussi être un frein à la bonne implantation et à la formation du pivot. Cette année, l'hiver aura été humide et doux, ce qui aura favorisé la reprise en masse mais limité la restructuration des sols. Les pages suivantes présentent les conseils de travail du sol pour faciliter l'implantation de la betterave et ce dès la récolte du précédent.

Conseils de saison

L'hiver en cours a la particularité d'être doux et pluvieux, tout à fait à l'opposé de ce qu'on a connu en 2016-2017 où l'hiver fut sec et froid. Il n'y a pas eu de période de gel prononcé (pas de jours consécutifs avec gelées inférieures à - 2 °C pour la station météo de Saint-Quentin, dans l'Aisne). Les labours effectués à l'automne ont été réalisés dans de bonnes conditions jusqu'au mois de décembre, avec peu d'humidité ce qui limite les risques de lissages notamment. Dans les zones au sud de Paris, le temps sec a parfois été le facteur limitant pour labourer, surtout avec des couverts d'interculture bien développés. Les précipitations ont été marquées depuis, ce qui aura favorisé la fermeture des labours et des préparations profondes, notamment en cas de labour jeté ou en sols battants. Les derniers labours ont aussi été impactés par ces pluies, à la mi-janvier les labours n'étaient pas terminés dans certaines zones betteravières, dans les Hauts-de-France notamment.



En cas de labour battu, le ressuyage sera plus lent, patienter avant d'intervenir.

En non-labour, l'absence de gel et l'humidité ont limité les possibilités d'interventions mécaniques avant l'hiver pour la destruction des couverts végétaux. Ces derniers étant généralement bien développés grâce à l'hiver doux, il y a un risque d'avoir des résidus trop peu dégradés au moment du semis des betteraves. Il faut donc intervenir rapidement quand les conditions le permettent, de manière chimique ou mécanique.

L'autre risque lié à cet hiver doux est le repiquage des couverts et la levée d'adventices pendant l'hiver (graminées notamment). Une intervention chimique (glyphosate) sera nécessaire en cas de sol reverdi avant implantation.

Les sols sont gorgés d'eau à cause des pluies de janvier. Il faudra absolument attendre un bon ressuyage de l'horizon et ne pas précipiter la première intervention.

Anticiper l'implantation de la betterave

La préparation de sol pour l'implantation de la betterave débute dès la récolte du précédent. Il s'agit de bien gérer les résidus de cultures afin d'éviter qu'un excès de paille dans l'horizon gêne le bon développement du pivot. Une ou plusieurs interventions mécaniques de déchaumages sont nécessaires afin d'enfouir les résidus et accélérer leur dégradation. Il faut éviter d'effectuer deux passages de travail du sol à la même profondeur pour ne pas créer un lissage dans l'horizon de sol. Éviter également de travailler trop profondément, cela risque d'assécher l'horizon. Dans certaines situations, le faux semis permet de limiter les risques de salissement, pour les repousses de colza ou en cas de forte infestation de graminées par exemple. Cette pratique est en revanche contraignante vis-à-vis de la bonne implantation et de la réussite d'un couvert végétal en interculture car elle implique un semis tardif du couvert.

Bien positionner le travail profond

L'objectif du travail du sol profond est d'obtenir une structure favorable à la progression rapide et régulière du pivot. Le bon développement du pivot permettra d'atteindre rapidement les horizons profonds, donnera accès à la totalité de l'azote minéral et permettra de mieux tolérer les périodes sèches durant le printemps ou l'été. Si le pivot rencontre dans l'horizon de sol compris entre 7 et 15 cm de profondeur un lissage, un volume tassé ou à l'inverse une zone insuffisamment rappuyée, il y a un risque de fourchage de la racine. Dans ce dernier cas, un excès de porosité entraînera une division du pivot et la formation de racines secondaires précoces, cause d'un manque d'alimentation et donc d'un retard de croissance.



Un mauvais travail du sol avant semis provoquera des fourchages de racines (à gauche).

En situation de labour



En sols argileux, réaliser une préparation d'automne permet d'améliorer nettement la reprise au printemps.

La période de labour doit être adaptée au type de sol :

- en sols argileux, il convient de labourer tôt en fin d'été pour ensuite faire une préparation d'automne : passage de herse rotative sur le labour afin d'affiner le labour. L'hiver affine ensuite naturellement les mottes restantes ;
- en limons argileux, sols argilo-calcaires, limons moyens, le labour sera fait à l'automne. L'objectif de l'opération est d'avoir un labour dressé qui favorisera l'écoulement de l'eau et sera sensible à l'action du climat ;
- en sols plus légers : limons fins ou sols de craie, retarder le labour en fin d'hiver ou effectuer un labour de printemps. Cela permettra d'éviter les phénomènes de labour refermé en cas de fortes pluies ou d'érosion pendant l'hiver.

En situation de non-labour

Les conseils diffèrent également selon le type de sol :

- en limons argileux, argiles et argilo-calcaires : réaliser un ameublissement profond (20 cm de profondeur) en fin d'été, l'opération sera plus efficace sur un sol ressuyé. Il faut éviter la présence trop importante de résidus en les gérant dès la récolte, puis détruire les couverts suffisamment tôt (avant la mi-novembre) pour avoir une bonne décomposition de la matière organique ;
- en sols de limons, sol de craie, cranette : la plage d'intervention est plus large, l'ameublissement profond peut être effectué à l'automne avant l'implantation du couvert ou encore au printemps avant l'implantation des betteraves. Il est intéressant de conserver les résidus en surface pendant l'hiver, ce qui permettra de limiter la battance.

Préparation du lit de semence

Pour placer la graine dans les meilleures conditions de germination et de levée, la bonne préparation du lit de semence est primordiale.

Pour obtenir un lit de semence de qualité, travailler uniquement l'épaisseur de terre ressuyée pour éviter de remonter des mottes de terre humide à la surface, qui seront difficiles à affiner. Pour cela, observer l'humidité en surface mais aussi dans l'horizon labouré avant toute intervention. Il faut obtenir une préparation comprenant trois quarts de terre fine et un quart de petites mottes. La terre fine va permettre le réchauffement du lit de semence et le bon contact terre-graine, favorable à la germination, tandis que les petites mottes vont



La préparation en un passage après l'hiver est possible, mais pas à systématiser.

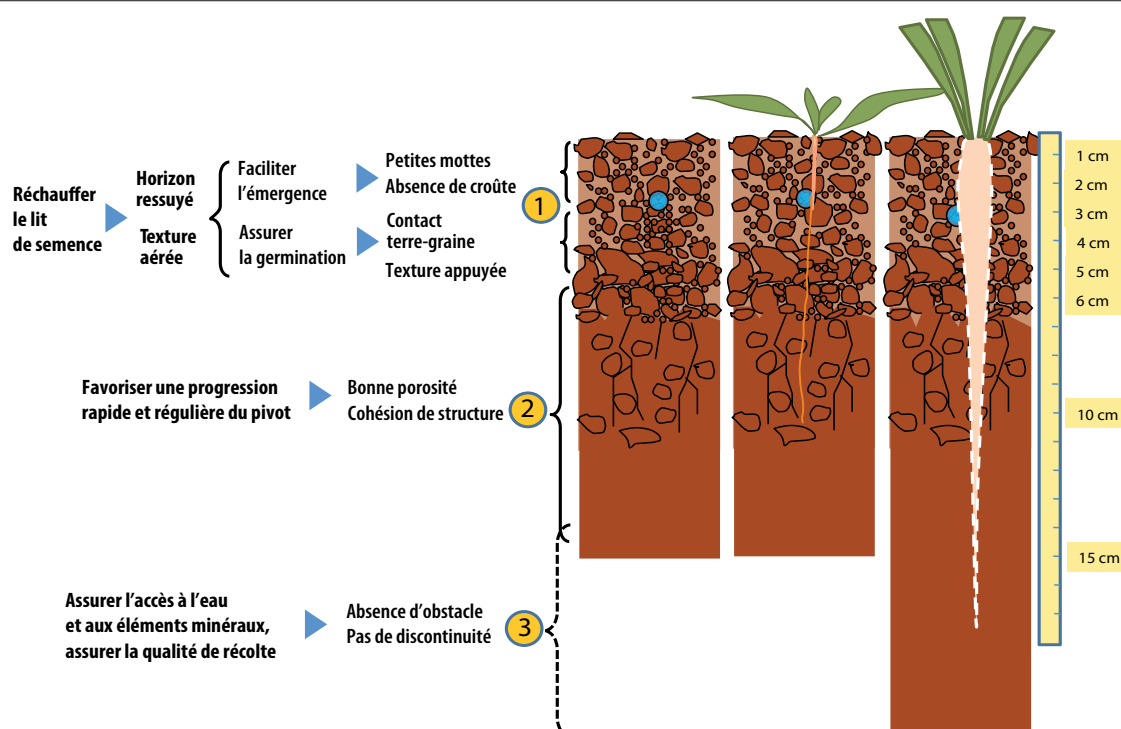


Adapter l'équipement pneumatique pour répartir les masses et obtenir un rappai homogène sur toute la largeur de travail.

limiter le croûtage et la fermeture de l'horizon en cas de précipitations. Cette préparation du lit de semence est tout à fait possible en un seul passage d'outil combinant rouleaux et dents. Les rouleaux et croskillettes auront pour effet de rappuyer l'horizon et faciliter la remontée de l'humidité par capillarité. Les dents (droites de préférence pour éviter le lissage) auront pour effet d'affiner l'horizon superficiel. Le nombre de passages est à adapter en fonction des conditions de l'année et des observations suite au premier passage.

On peut avoir besoin d'un deuxième passage en cas de sol fermé, mal nivelé ou avec un outil mal réglé... Dans ce cas, attention à l'équipement pneumatique car le risque de tassement est bien présent, en particulier en sols argileux ! En cas de temps sec, rapprocher les interventions mécaniques du semis pour préserver l'humidité résiduelle du sol.

Structure favorable à la levée et au démarrage de la culture



Les opérations de travail du sol réalisées dès la récolte du précédent ont pour but de remplir trois objectifs : réchauffer le lit de semence, favoriser une progression rapide et régulière du pivot et assurer l'accès à l'eau et aux éléments minéraux et la qualité de récolte.

À retenir

- Le travail du sol pour l'implantation des betteraves s'anticipe dès la récolte du précédent.
- Ne pas effectuer plusieurs passages avec le même outil à la même profondeur pour éviter un phénomène de lissage.
- Observer avant d'intervenir mécaniquement, chaque intervention doit être raisonnée, une intervention trop précoce fera travailler l'outil dans une épaisseur de terre trop humide et formera des mottes. Intervenir trop tard fera perdre l'humidité résiduelle du sol.
- En terres argileuses, privilégier les préparations d'automne, cette décision est à prendre à la parcelle voire à l'intérieur d'une parcelle.
- Pour favoriser le ressuyage de vos parcelles sur le long terme, réaliser des amendements calciques réguliers et maintenez un taux de matière organique de 2 % ou plus, en sols battants notamment.

Betterave en travail simplifié : résultats principaux de l'essai de longue durée de Boigneville

Le dispositif expérimental de longue durée travail du sol, conduit par Arvalis sur le site de Boigneville depuis 1971, arrive à son terme. La betterave est insérée dans la rotation principale depuis 1998, avec une implication de l'ITB dans le suivi de la culture. Un aperçu synthétique des résultats est une opportunité pour, d'une part, retracer vingt ans d'évolutions techniques en conduite sans labour, d'autre part, confirmer nos références ITB sur les exigences de la culture vis-à-vis du travail du sol.

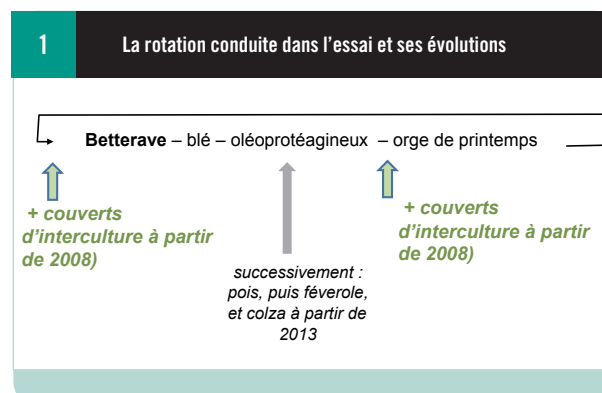
Le site de Boigneville est situé au sud de l'Essonne, en sol de limon argileux (25 % d'argile) sur calcaire (substrat à 1,20 m). Le dispositif est irrigué. La rotation conduite sur l'essai a connu plusieurs évolutions (figure 1), de même que les techniques d'implantation des différentes cultures et de la betterave en particulier. Elles sont liées à l'évolution des matériels de travail du sol en non-labour et ont également bénéficié de l'évolution des semoirs spécialisés. L'essai compare trois modes d'implantation, qui sont déclinés pour chacune des cultures de la succession : une conduite conventionnelle avec labour et préparation (modalité L0, figure 2), une conduite sans labour avec travail du sol superficiel (déchaumage et préparation, modalité L1, figure 3), une conduite en localisé ou en semis direct. Dans l'historique de l'essai, cette dernière modalité a été subdivisée en deux sous-modalités à deux périodes, avec l'introduction de nouveaux outils et modes d'implantation au printemps, tout en restant dans le principe d'un travail limité. Le descriptif détaillé des évolutions est présenté figure 4 (modalités L2 et L'2).

Un tel dispositif, rarement conduit sur le très long terme, comme ici, donne un éclairage sur les performances des outils dans des conditions climatiques variées. En conduisant les parcelles à l'identique sur la durée, il intègre les

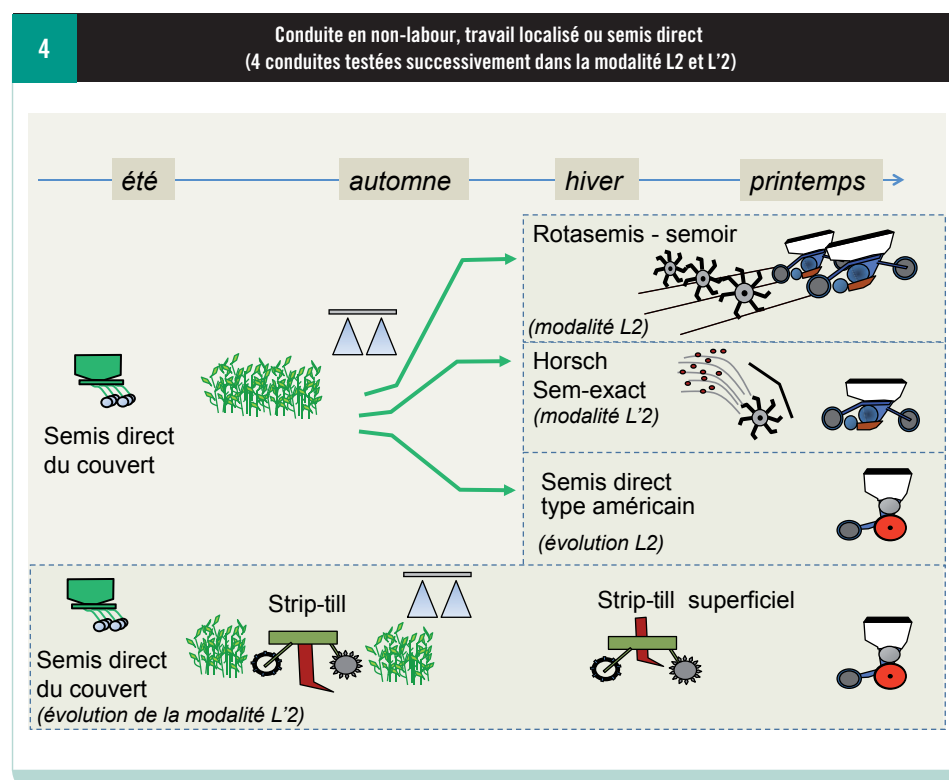
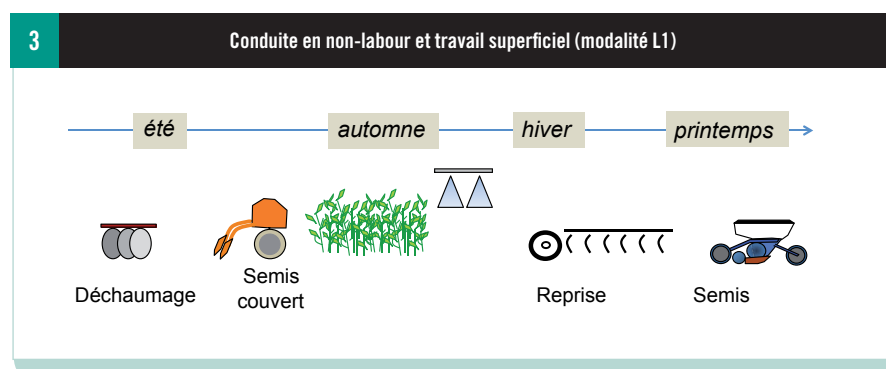
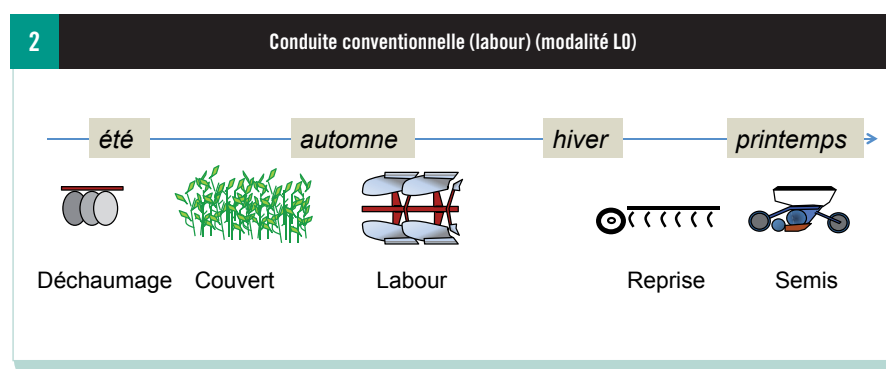
évolutions du sol et les effets cumulatifs des techniques mises en œuvre.

La levée, une étape délicate en travail simplifié

Il n'est possible ici que de proposer les grands traits des résultats relatifs à la betterave, issus des 20 années d'essais. Si on fait abstraction de la variabilité de réussite des techniques selon les conditions climatiques annuelles, le semis direct est nettement en deçà des autres techniques sur les critères de vitesse de levée et de population finale (figure 5). Ce résultat est expliqué à la fois par un manque de contact terre graine, manque de terre fine, un ressuyage ralenti et un sol plus froid. Lorsque des attaques parasitaires s'y ajoutent, le niveau de population peut être critique. Les populations obtenues avec la conduite en travail superficiel sont nettement supérieures au semis direct. Les populations finales atteintes sont très proches des populations de la modalité labourée et préparée, et les écarts sont plus manifestes sur la vitesse de levée. Les conduites les plus travaillées, modalité en labour ou en travail superficiel, ont



pu être pénalisées en conditions de printemps sec, avec alors un avantage aux conduites les plus simplifiées (en 2002 et 2003). Les taux et vitesse de levées observées avec l'outil rotasemis se rapprochent des levées de la modalité labourée, en revanche l'outil Horsch SE s'est révélé peu performant (non présenté ici).



On retrouve dans ces résultats des constats qui avaient pu être faits dans des essais annuels, en situations de non-labour superficiel dans des exploitations betteravières (figure 6). Le travail limité à un horizon très superficiel ne permet pas de fabriquer suffisamment de terre fine pour une mise en terre de bonne qualité. En conditions de fin d'hiver modérément humide, le sol garde une humidité qui gêne la mise en terre par des semoirs à disques ouvreurs.

Même si la technique n'a été insérée que récemment dans la conduite L2 de l'essai de Boigneville, l'implantation par un travail du sol au Strip-till se révèle aussi performante à la levée que la conduite en labour et travail superficiel (figure 5). On sait que cette technique peut être défavorable à la levée si un travail superficiel n'est pas positionné avant le semis. C'est un deuxième passage de l'outil sans dent profonde qui assure cette fonction.

Des résultats de rendement moins contrastés

Cette même conduite en Strip-till fait jeu égal avec la modalité labourée à la récolte. En productivité, la modalité sans labour et travail superficiel, et la modalité de semis localisé ou semis direct, sont en retrait (figure 7). On note une compensation dans le développement des betteraves qui permet aux faibles populations établies en semis direct de rejoindre le niveau

de productivité des parcelles en travail superficiel. A noter cependant que les placettes de récolte ne correspondent pas toujours aux placettes de comptage de printemps. L'outil Horsch (non présenté), était en queue de peloton, d'où son exclusion de l'essai.

Les années les plus récentes sont plus nettement en défaveur du semis direct. Les références de l'ITB en travail du sol sans labour mais avec maintien d'un travail superficiel (déchaumage et préparation), montrent des pertes moyennes de rendement de 5 % sur un ensemble de quatorze essais en tous types de sols. Les références de semis direct sont rares, quasiment jamais pratiquées, compte tenu des difficultés rencontrées dès le semis. Par ailleurs, les techniques de non-labour très simplifiées rendent difficiles les passages d'outils de désherbage mécanique.

Quel effet sur la qualité d'enracinement ?

Les techniques d'implantation doivent aussi être comparées sur la qualité de conformation des racines, qui conditionne la qualité d'arrachage, les pertes par casse et la terre adhérente lorsque les racines présentent des fourchages. Sur ce critère (figure 8), l'essai met surtout en défaut la conduite en travail superficiel. Les taux de racines fourchues des autres modalités sans labour sont intermédiaires entre celles de la modalité labour, la plus favorable, et le travail superficiel sans labour.

On retrouve ici une observation qui avait pu être faite dans des essais annuels : les pivots divisés apparaissent lorsque la jeune racine rencontre une forte discontinuité entre l'horizon préparé, bien affiné, et l'horizon qui lui succède, non travaillé et ferme. Des lissages en limite basse de la préparation sont un facteur aggravant. Les résultats multisites de l'ITB ont montré sur ce critère une très grande variabilité.

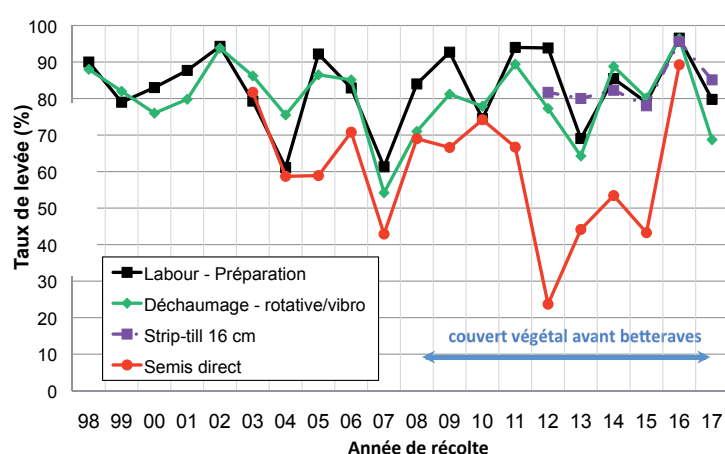
Conclusion

L'essai de travail du sol de Boigneville est exceptionnel dans sa durée. Il retrace vingt années d'évolution des techniques et des outils spécifiques des conduites sans labour. On voit dans les résultats, la très forte dépendance des modes d'implantation très simplifiés aux conditions climatiques pour la réussite de la levée. Le labour, en comparaison des autres modalités, reste le plus robuste. Dans les dernières années de l'essai, le Strip Till montre tout son intérêt. Les résultats présentés ici ne sont qu'une partie des nombreuses connaissances tirées de l'ensemble du dispositif.

Les résultats complets seront publiés prochainement par Arvalis. Une première synthèse avait été proposée dans le n° 403 de *Perspectives Agricoles*, septembre 2013.

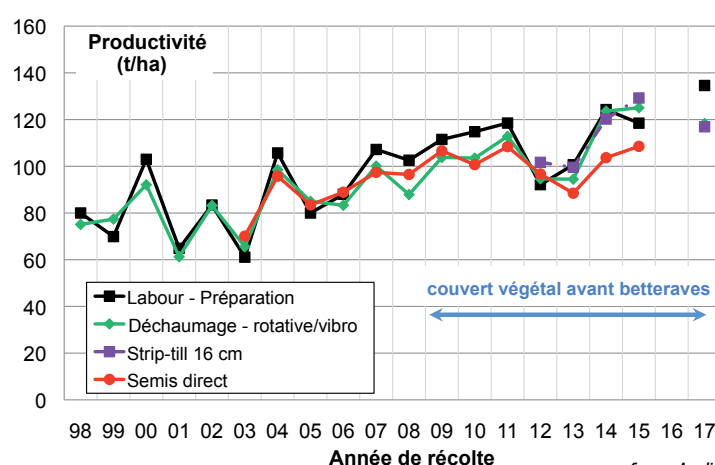
Merci à Jérôme Labreuche, d'Arvalis, de nous avoir transmis ses résultats et ses observations.

5 Taux de levée finale (%) pour les principales modalités d'implantation



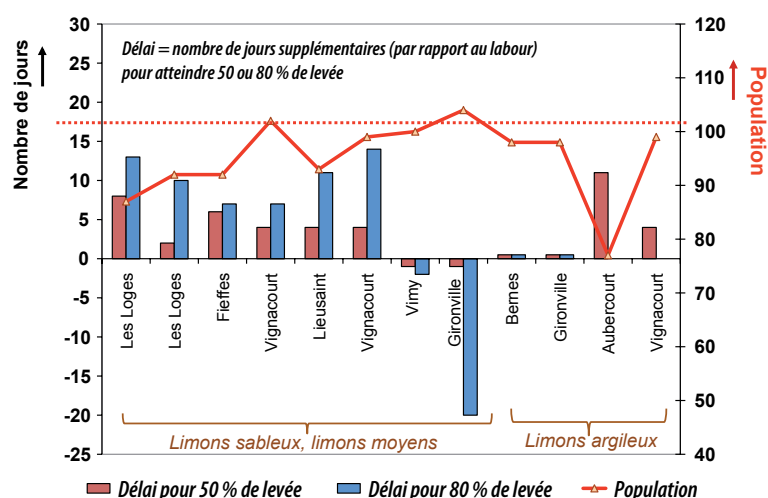
Source : Arvalis

7 Productivité des principales modalités d'implantation

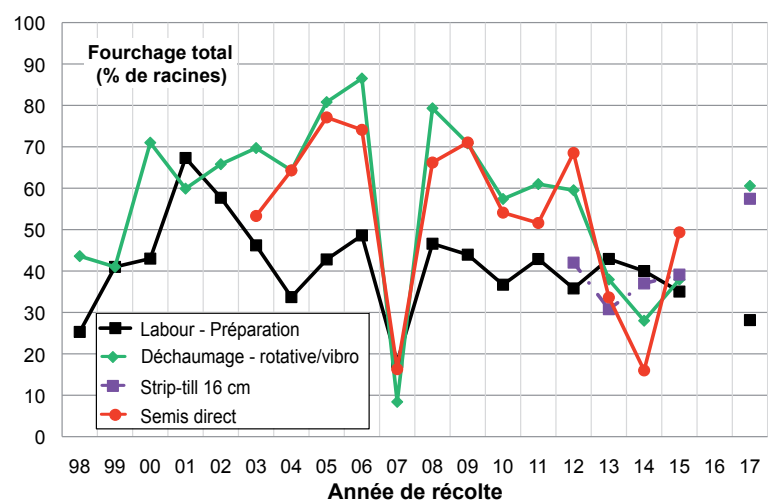


Source : Arvalis

6 Cinétiques de levée et populations - essais ITB en non-labour, travail superficiel
Les essais sont disposés selon la teneur en argile du sol



8 Taux de fourchage racinaire des principales modalités d'implantation



Source : Arvalis