

AGENCE DE L'EAU  
**ADOUR-GARONNE**

ETABLISSEMENT PUBLIC DU MINISTERE  
DU DEVELOPPEMENT DURABLE

# Etude pour le renforcement des actions d'économies d'eau en irrigation dans le bassin Adour-Garonne

## PHASE 1

Synthèses bibliographiques :

8 ► Semis directs et couverts végétaux

Etude réalisée par l'agence de l'eau Adour-Garonne  
avec la collaboration de :



## Sommaire

---

<b>1</b>	<b>Contexte – Etat actuel .....</b>	<b>5</b>
1.1	Sécheresse et agriculture .....	5
1.2	Travail du sol simplifié, de quoi parle-t-on ?.....	5
1.3	La place du semis-direct dans le paysage agricole français : une technique encore confidentielle.....	6
1.4	Focus : l'association de couverts végétaux et d'un travail du sol très superficiel.....	7
<b>2</b>	<b>Impacts attendus sur l'eau et résultats présentés .....</b>	<b>8</b>
2.1	Diminution des besoins en eau d'irrigation .....	8
2.2	Les résultats présentés.....	9
<b>3</b>	<b>Les résultats sur le cycle de l'eau .....</b>	<b>10</b>
3.1	Teneur en matière organique des sols : redistribution verticale et augmentation .....	10
3.1.1	Mise en place d'un gradient .....	10
3.1.2	Augmentation du stockage de carbone.....	11
3.2	Teneur en eau des sols .....	13
3.3	Comportement hydrique des sols en semis direct vs labour : les résultats du projet SD-EAU .....	13
3.3.1	Le projet SD-EAU .....	13
3.3.2	Les principaux résultats .....	14
3.3.3	Les enseignements à l'échelle du Bassin Adour Garonne.....	15
3.4	Couvert végétaux et réduction du drainage .....	15
3.5	En conclusion .....	15
<b>4</b>	<b>Autres impacts agronomiques et environnementaux.....</b>	<b>16</b>
4.1	Approche nationale.....	16
4.1.1	Les données traitées.....	16
4.1.2	Les résultats environnementaux nationaux.....	16
4.2	Résultats régionaux : projet CASDAR TTSI en Midi-Pyrénées (CRA-MP) .....	18
4.2.1	Le projet.....	18
4.2.2	Les principaux résultats .....	18
4.3	Résultats régionaux : Semis direct en Poitou-Charentes Bilan des enquêtes 2013 (CRA-PC) .....	20
4.3.1	L'enquête .....	20
4.3.2	Les niveaux de production .....	20
4.3.3	Pression phytosanitaire.....	20
4.3.4	Les émissions de GES.....	20
4.4	En conclusion .....	20
<b>5</b>	<b>Analyse socio-économique.....</b>	<b>21</b>
5.1	Un maintien du produit brut en semis direct.....	21
5.2	Des réductions de charges de mécanisation significatives en semis direct.....	22
5.2.1	Des montants d'investissements peu élevés par rapport au labour.....	22
5.2.2	Une réduction des coûts de carburant .....	23
5.3	Des cultures plus favorables au semis-direct que d'autres.....	24
5.4	Le semis direct : une diminution du nombre de passages et un gain de temps.....	26
5.5	Coûts de production liés à l'implantation de couverts végétaux.....	26
5.6	Conclusion .....	27
<b>6</b>	<b>Freins et leviers pour son développement .....</b>	<b>27</b>
6.1	Manque de référentiels technico-économiques .....	27

6.2	Au niveau technique : quelques difficultés .....	27
6.2.1	Une gestion de l'excès d'eau problématique.....	27
6.2.2	Une pression sanitaire difficile à gérer .....	28
6.2.3	Un semis parfois délicat.....	28
6.3	Dépasser les freins psychologiques, cognitifs et organisationnels .....	28
6.3.1	Une pratique qui tend à se diffuser mais qui nécessite de repenser le système 28	
6.3.2	La nécessité d'un accompagnement technique .....	28
6.4	La recherche, un levier important : les attentes du projet BAGAGE .....	29
6.4.1	Les enjeux.....	29
6.4.2	Les processus étudiés .....	30
6.4.3	Quelles questions de recherche seront traitées dans ce projet ?.....	30
<b>7</b>	<b>Analyse coût – efficacité de l'action.....</b>	<b>30</b>
<b>8</b>	<b>Éléments de développement potentiel (territoires, types d'exploitations...)</b> .....	<b>31</b>

## Liste des fiches de synthèse des connaissances

---

### Efficiences de l'application

- AEE 1 - Développement du conseil en irrigation et outils de pilotage adaptés (logiciels, sondes...)

### Efficiences de la distribution

- AEE 2 - Equipements hydro-économiques de précision
- AEE 3 – Changement matériels : enrouleurs remplacés par pivot ou rampe
- AEE 4 - Goutte à goutte en grandes cultures et cultures industrielles
- AEE 5 - Goutte à goutte et micro-aspersion en vergers

### Efficiences du transport

- AEE 6 – Optimisation et réduction des pertes des réseaux collectifs (encart : réseau individuel)

### Modification des pratiques agricoles

- AEE 7 - Dates de semis, précocité et choix des variétés
- AEE 8 - Semis direct et couverts végétaux
- AEE 9 - Agroforesterie

### Assolements & systèmes économes en eau

- AEE 10 - Substitution de culture de printemps irriguée par des cultures d'hiver ou de printemps

## Note au lecteur

---

La fiche « action d'économie d'eau en irrigation », présentée ci-après, a pour objectif de synthétiser l'état des connaissances en matière d'économie d'eau en irrigation sur le bassin Adour-Garonne. Les divers sujets ont été répartis en 10 grands types d'actions, qui ont été traités de manière synthétique.

Les fiches ont été réalisées à partir de données publiées et mises à disposition du bureau d'études (bibliographie fournie par le comité de pilotage, complétée par les cabinets d'études), complétées par des entretiens d'acteurs. Cette synthèse n'avait pas pour objectif de produire de nouvelles références.

Les fiches représentent une étape de l'étude. La cible de cette synthèse est principalement interne et visent notamment à partager les connaissances entre les membres du comité de pilotage. Elles serviront de base à la suite du travail sur l'analyse des gisements et seront mobilisées pour la rédaction du rapport final à destination des instances de bassin.

Elles comprennent les points suivants : une description de l'action et de ses principales modalités, les économies d'eau possibles, les autres impacts agronomiques et environnementaux, les freins et leviers pour son développement, une analyse coût-efficacité et des éléments sur les potentiels de développement de l'action sur le bassin Adour-Garonne.

## 1 Contexte – Etat actuel

---

### 1.1 Sécheresse et agriculture

L'expertise collective de l'INRA « Sécheresse et agriculture - Réduire la vulnérabilité de l'agriculture à un risque accru de manque d'eau » suggère que le système de culture (combinaison : rotation – pratiques culturales – sol – climat) peut influencer la réponse de l'agriculture à la sécheresse, notamment « **en augmentant la quantité d'eau initiale et son extraction par la culture**. Ceci passe par le choix de situations à forte disponibilité initiale (profondeur du sol, stock hydrique laissé par la culture précédente...), par **l'augmentation de cette disponibilité** (meilleure infiltration par le travail profond, extraction profonde après sous-solage, irrigation...) et par la limitation des pertes par évaporation – pendant les épisodes de forte chaleur - (désherbage, gestion des résidus, travail du sol minimum) ». Cette expertise collective de l'INRA, avance également l'argument que « dans **les régions semi-arides**, le stock d'eau au semis est déterminant pour le rendement de la culture, et diverses pratiques sont préconisées pour le maximiser: **effectuer un travail minimum du sol avec mulch de résidus de culture pour limiter l'évaporation et faciliter l'infiltration** (sous réserve que le sol ne soit pas trop compacté en surface) **en réduisant le ruissellement ; maintenir le sol nu** pour limiter les pertes par transpiration ; introduire une jachère pour stocker et conserver l'eau. On peut aussi augmenter l'extraction par la culture d'eau disponible en profondeur en effectuant un sous-solage. »

### 1.2 Travail du sol simplifié, de quoi parle-t-on ?

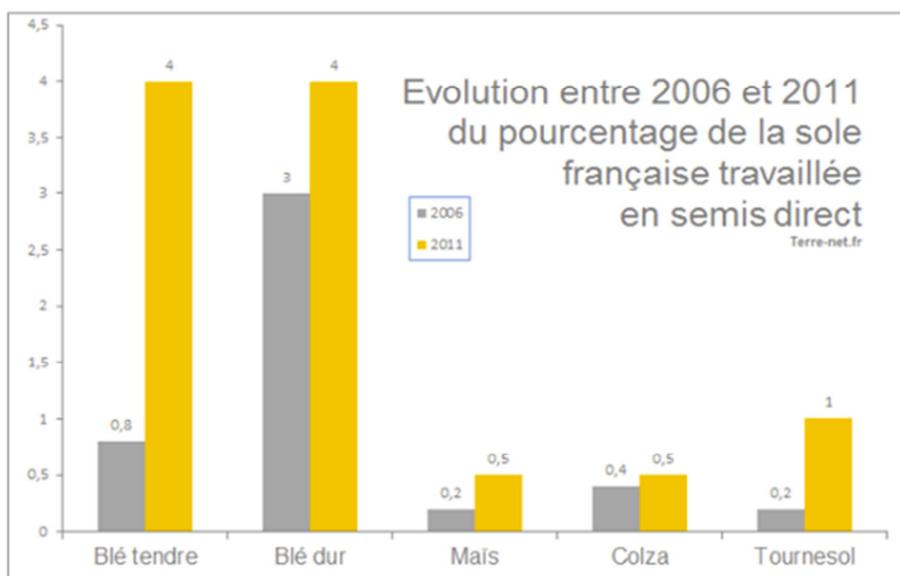
Les techniques culturales simplifiées (TCS) regroupent différentes pratiques de travail du sol, se distinguant du labour par l'absence de retournement et de mélange du profil cultural. Le degré de mélange des horizons et la profondeur de travail permettent de les distinguer.

	PRATIQUE	OUTILS DE TRAVAIL DU SOL	PROFONDEUR DE TRAVAIL (CM)	ENFOUISSEMENT DES RÉSIDUS ET DES ADVENTICES	PROFONDEUR DE DILUTION DE LA MATIÈRE ORGANIQUE (CM)	CONSUMMATION DE CARBURANT
	Labour*	Charrue à versoir	15 à 40	Total: retournement de l'horizon travaillé	15 à 40	Élevée
	Labour occasionnel					
	TCS Pseudo-labour	Machines à bêcher, charrue à disques, chisel...	15 à 40	Partiel mais fort	15 à 40	Moyenne
	TCS Itinéraire sans labour avec décompactage	Outils de travail superficiel + lames ou dents pour le décompactage	15 à 40	Partiel	0 à 15	Moyenne
	TCS Strip-till (travail en bandes)	Strip-tillers, rota-semis	5 à 30 sur les bandes travaillées (~ 20 à 40 % de la surface)	Partiel	5 à 30, sur les bandes travaillées	Faible à très faible
	TCS Travail Superficiel	Dents, disques, chisel, herse, cultivateurs...	5 à 15	Partiel	0 à 15	Faible
	TCS Semis direct	Semoir pour semis direct	3 à 8 sur la ligne de semis (~5 à 30 % de la surface)	Nul	0 sauf sur la ligne de semis	Très faible

Figure 1:Principales techniques de travail du sol. Source : ADEME, 2015

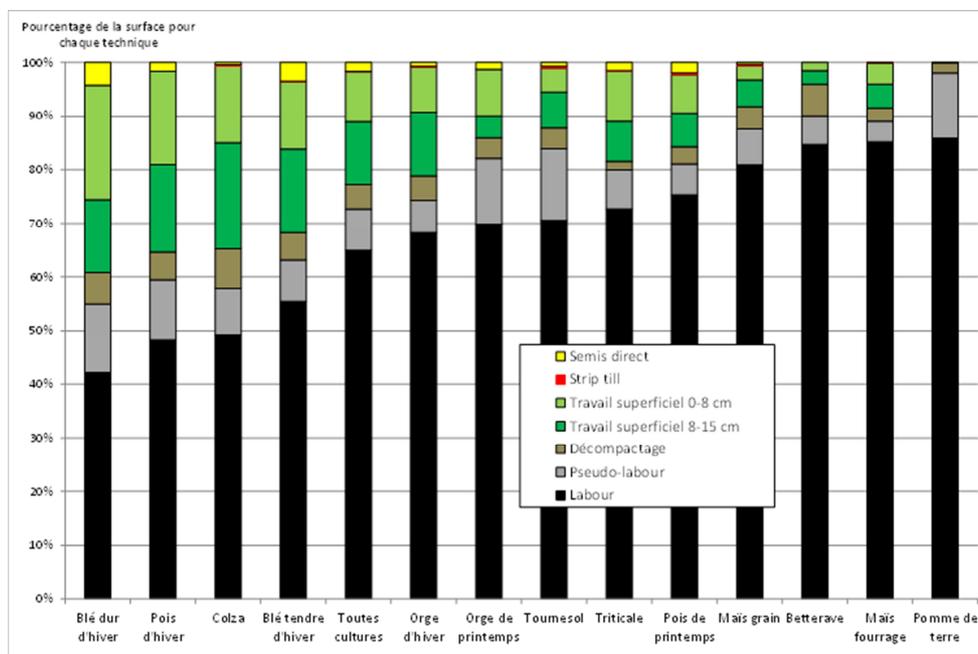
### 1.3 La place du semis-direct dans le paysage agricole français : une technique encore confidentielle

Selon une étude Agreste issue du recensement agricole 2010, les cultures implantées en semis direct progressent très légèrement en France. Moins de 0,5 % de la surface totale de maïs est semée en direct en 2010, 0,5 % pour le colza, 1 % pour l'orge et le tournesol et 4 % pour le blé tendre et le blé dur (contre 0,2 % en maïs et tournesol, 0,4 % en colza, 0,8 % en blé tendre et 3 % en blé dur en 2006).



Pourcentage des surfaces cultivées en semis direct en France en 2010. (©Terre-net Média)

Une autre étude du SSP confirme les pourcentages pour le semis direct en 2011, mais montre également que d'autres formes très simplifiées (travail superficiel < 8 cm) sont plus largement utilisées.



## 1.4 Focus : l'association de couverts végétaux et d'un travail du sol très superficiel

Sur le Bassin Adour-Garonne, les pratiques les plus abouties de simplification de travail du sol (travail superficiel et semis-direct) sont associées à la mise en place de couverts dans la majorité des cas. Les couverts (s'ils sont développés et homogènes) permettent de diversifier les rotations, de structurer le sol verticalement (via les racines), de maîtriser l'enherbement par des adventices et d'apporter de l'azote (en cas de présence de légumineuses), d'apporter de la matière organique « fraîche » au sol (et ainsi de fournir « le carburant » essentiel à l'activité biologique des sols).

NB : comme le souligne l'expertise de l'INRA sur la sécheresse, dans des régions plus arides, la présence de couvert peut avoir des effets négatifs sur l'assèchement des horizons de surfaces en amplifiant le phénomène de transpiration. Le bassin Adour-Garonne n'est pas considéré comme une région aride, même si dans certaines configurations, les couverts peuvent avoir un impact significatif sur les phénomènes de recharge de nappes (Cf. ci-après).

Dans cette fiche, nous nous intéresserons donc à la pratique du semis direct associée à des couverts végétaux en la comparant au système traditionnel du labour. Le semis direct associé à des couverts végétaux désigne un itinéraire technique dans lequel une culture est implantée sans travail du sol (ou avec un travail très superficiel < 5cm) dans un couvert végétal, soit vivant, soit détruit au moment du semis ou au préalable.

Dans la très grande majorité des situations, la mise en place de ces pratiques, implique un **allongement et/ou une diversification de la rotation** pour pouvoir maîtriser le salissement des parcelles.

Ces itinéraires techniques, associés à l'allongement des rotations, se mettent en place progressivement. Ils entraînent au fil des ans une « réorganisation » des sols dans un plan vertical (redistribution de la matière organique, réorganisation de la porosité, augmentation de la porosité et l'activité biologique...). Pendant cette **phase de transition, qui dure à priori entre 5 et 10 ans** (avec des situations très contrastés en fonction de la situation initiale, des combinaisons de techniques...), les résultats techniques et économiques peuvent être dégradés. Il n'est pas rare de voir ponctuellement, une baisse de rendement de 20 à 30 % (notamment sur les cultures de printemps) pendant ces phases (qui sont également des phases d'apprentissage pour l'agriculteur et les expérimentateurs). Ce passage par « un point bas » rend difficile la lecture des résultats expérimentaux pour deux raisons majeures : il y a peu d'expérimentation qui dépassent les 10 ans ; dans les résultats publiés, il est rarement fait mention de l'ancienneté de la mise en place des pratiques. Il en résulte des observations scientifiques parfois très contradictoires.

## 2 Impacts attendus sur l'eau et résultats présentés

---

### 2.1 Diminution des besoins en eau d'irrigation

Ces systèmes de cultures (alliant rotation, semis direct et couverts végétaux) permettraient de diminuer le besoin en eau d'irrigation en augmentant la part d'eau provenant des sols et/ou par une meilleure continuité des horizons favorables à la remontée capillaire de l'eau. Cette augmentation de la quantité d'eau fournie par les sols serait liée à plusieurs phénomènes:

- Les modifications des propriétés physiques et chimiques des sols qui permettraient d'augmenter sa réserve utile via :
  - l'augmentation du taux de matière organique,
  - l'augmentation de la microporosité des sols ;
  - et en permettant une meilleure pénétration de l'eau dans le sol (meilleure structure – réduction de la battance).
- L'augmentation de la quantité d'eau accessible aux racines (RFU) serait permise:
  - en permettant aux plantes de prospecter un volume de sol plus important,
  - en augmentant l'activité biologique et en favorisant les symbioses racinaires permettant aux plantes de mobiliser l'eau liée au sol ;
- La réduction des pertes d'eau par évaporation serait permise par une « bonne » gestion » la couverture des sols.

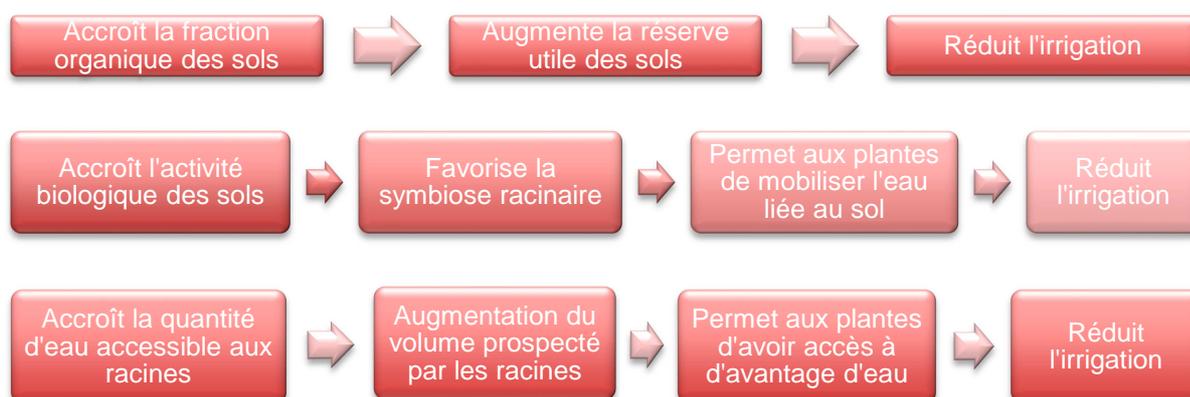


Figure 2 : Hypothèses avancées pour décrire les avantages de la couverture végétale des sols, de la simplification du travail du sol pour réduire l'irrigation. Source : Agr'eau

## 2.2 Les résultats présentés

**Il n'existe pas de résultats publiés sur les économies d'eau permises** (toutes choses égales par ailleurs) **par la mise en place d'un système** de cultures basé sur la suppression du travail du sol et la mise en place de couvert. Cela dit, il est possible de mettre en évidence certains des éléments listés ci-dessus. **La présente fiche s'attachera à présenter les résultats disponibles pour certains éléments à l'échelle nationale et à l'échelle du bassin Adour-Garonne, en distinguant :**

- Les impacts sur l'eau :
  - La teneur en eau des sols ;
  - Le comportement hydrique des sols et la prospection racinaire ;
  - Le lien entre couverts et transpiration ;
- Les **autres effets environnementaux** (dont la qualité de l'eau) ;
- Les **impacts économiques** et l'analyse coût-efficacité ;
- Les **freins et leviers** pour son développement et le **potentiel** sur le bassin.

**NB** : En revanche, il peut y avoir des économies notables dans le cas de transitions mettant en place du semis-direct sous couvert, à condition de modifier également la rotation (substitution de culture, allongement). Cette question n'est pas traitée ici puisqu'elle fait l'objet d'une fiche spécifique dans le cadre de la présente étude (Fiches 13 et 14) ; d'autre part ces économies d'eau viennent s'ajouter à celles potentiellement permises par l'augmentation de la disponibilité de l'eau dans le sol (sous réserve de validation des hypothèses listées ci-dessus).

## 3 Les résultats sur le cycle de l'eau

### 3.1 Teneur en matière organique des sols : redistribution verticale et augmentation

#### 3.1.1 Mise en place d'un gradient

Le passage aux TCS (associé à des couverts et un allongement de la rotation) permet une augmentation du taux de matière organique de l'horizon de surface de 25 à 50 % en 30 ans (ADEME, 2015). Cette augmentation de la matière organique "fraîche" (et réactive) en surface augmente les quantités d'éléments nutritifs dans cette zone. Cette redistribution de la matière organique est constatée systématiquement et s'explique par :

- l'arrêt du mélange des horizons et donc de la dilution de la matière organique sur la profondeur du labour,
- la réduction de la destruction de la matière organique par minéralisation,
- l'apport de matière organique en surface via les résidus de cultures et/ou les couverts végétaux.

A titre d'illustration, on peut présenter ici les résultats obtenus en Midi-Pyrénées (Cf. Casdar TTSI ci-après), qui concluent également à une nouvelle répartition de la matière organique. Les auteurs constatent une teneur moyenne supérieure à 2,8 % sur 0-5 cm et à 2,2 % sur 0-10 cm (avec une variabilité importante). Un **gradient assez net s'installe sur les parcelles du projet en non labour depuis au moins 8 ans**, avec un écart de 0,66 point de MO entre la tranche 0-10 cm et la tranche 10-20 cm (0,8 point entre 0-10 cm et 20-30 cm).

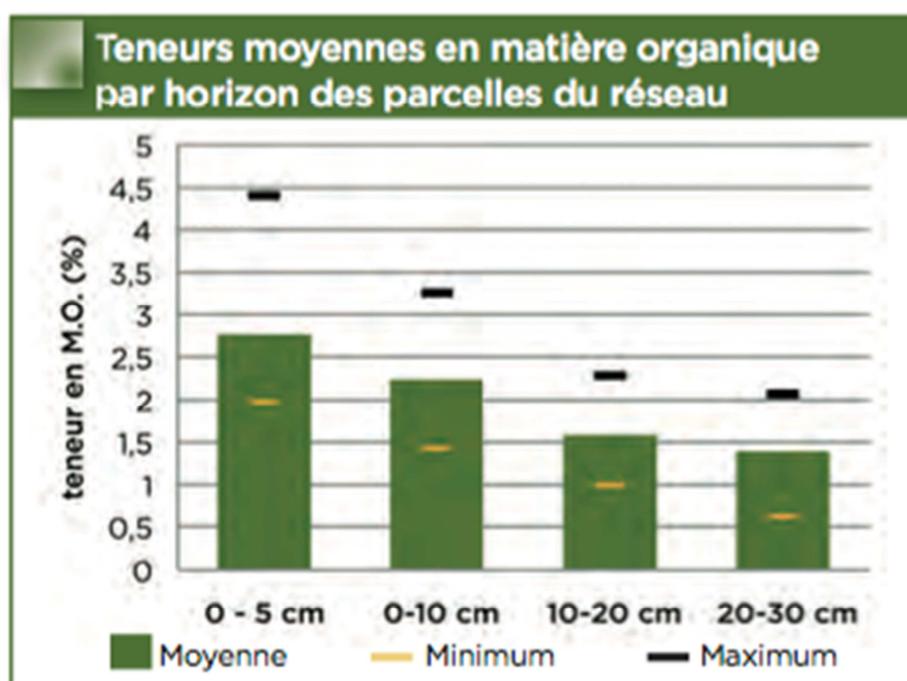


Figure 3 : Teneurs moyennes en matière organique par horizon (Casdar TTSI, 2012)

### 3.1.2 Augmentation du stockage de carbone

#### 3.1.2.1 Moyenne nationale : 200 kg/ha/an

Dans les systèmes de culture sans labour, deux phénomènes aboutissent à l'enrichissement du sol en carbone organique : l'effet strict du non-labour et l'effet des restitutions organiques des résidus. La mise en place d'un couvert peut encore amplifier ces effets. La synthèse des connaissances réalisée en 2007 lors d'une expertise collective à la demande de l'ADEME, rappelle que « l'augmentation du stock de carbone en TCSL est largement due à un ralentissement de la minéralisation de la matière organique initiale du sol et que le carbone nouvellement stocké était plutôt intégré durablement au sol, protégé en particulier au sein des micro-agrégats ou des macro-agrégats ». Cette même expertise, en se basant sur un essai de longue durée (essai de Boigneville) montre qu'effectivement les techniques les plus abouties (semis-direct et travail superficiel) permettent, selon le climat, un stockage additionnel de carbone allant de 100 à près de 300 kg/ha/an selon le pas de temps considéré.

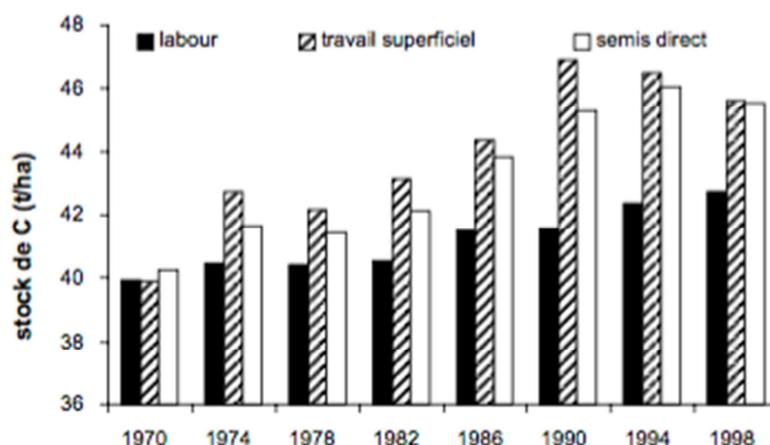


Figure 4 : Evolution du stock de carbone en tonnes/ha au cours du temps selon le mode de travail du sol, sur la base d'une masse de terre constante de  $3900 \text{ t ha}^{-1}$

**Après 28 ans (1970-1998) on observe une augmentation de stock de  $2,8 \text{ t C ha}^{-1}$  en sol labouré, de  $5,6 \text{ t C ha}^{-1}$  avec le travail superficiel et de  $5,2 \text{ t C ha}^{-1}$  en semis direct.** L'augmentation moyenne du stock de carbone entre labour et travail simplifié se situe donc à  $2,9$  et  $2,8 \text{ t C ha}^{-1}$ , soit environ  $100 \text{ C kg ha}^{-1}\text{an}^{-1}$ . A côté de cette augmentation attribuée aux techniques simplifiées de travail du sol, la comparaison directe entre les stocks de carbone en 1970 ( $40 \text{ t C ha}^{-1}$ ) et en 1998, fait apparaître une augmentation dans le « traitement labour » que l'on devrait pouvoir attribuer au premier abord à une augmentation des résidus de récolte enfouis au cours de cette période. En se basant sur le suivi des données sur les 20 premières années, on observe une augmentation moyenne du stock de carbone de l'ordre de  $0,2 \text{ t C ha}^{-1} \text{ an}^{-1}$  qui est la "moyenne filtrée" retenue comme base d'évaluation du potentiel de restockage de carbone pour des techniques simplifiées de travail du sol à l'échelle du territoire français sur une période de 20 ans.

**Récemment**, le traitement des données sur le même site de Boigneville, mais sur la période 1970-2010, nuance les résultats sur le stockage additionnel de carbone. Sur ce site, les années humides, les essais conduits en semis direct ont « perdu » du carbone et sont revenus au niveau du labour. Cet essai de longue durée montre donc que le stockage de carbone en travail réduit peut être réel mais est surtout variable et potentiellement réversible. Seules les situations couplant travail très simplifié (ou semis direct) et mise en place de couverts permettent, quelque soit le climat, de stocker du carbone

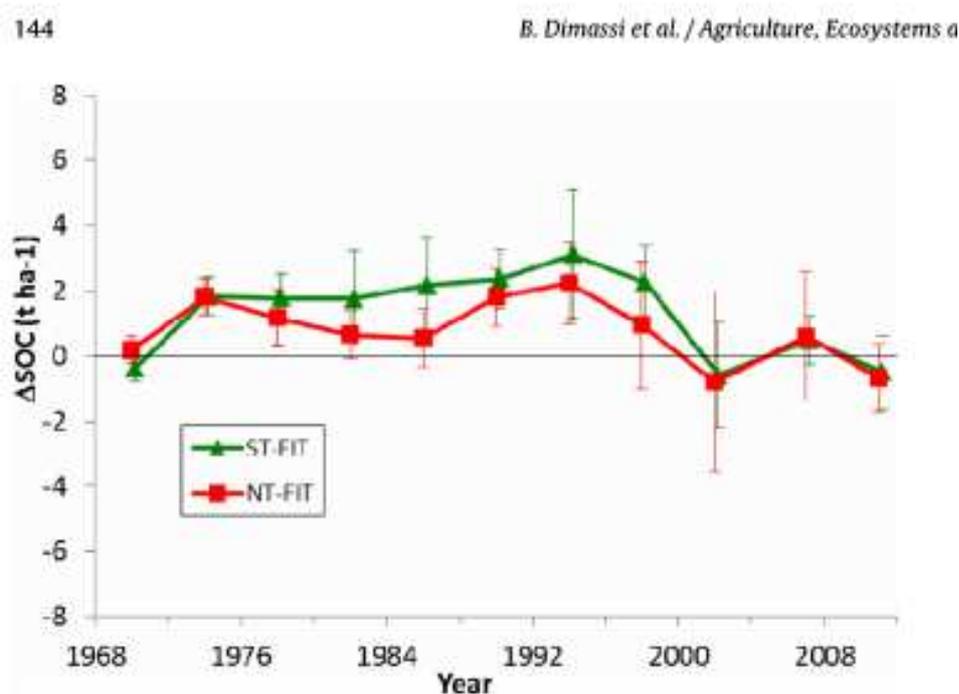


Fig. 4. Evolution of the differences in SOC stocks between reduced tillage (ST and NT) and full inversion tillage (FIT) versus time: mean of all treatments (CM1–CM6). Vertical bars represent the confidence intervals ( $p < 0.05$ ).

NB : Dans une autre étude récente de l'INRA (« Quelle contribution de l'agriculture française à la réduction des GES », 2013), le semis direct seul permettrait un stockage additionnel de 0,15 t/ha/an et les couverts (seuls) en interculture longue, un stockage de 0,24 t/ha/an. Cette étude ne propose pas de valeur pour la combinaison des mesures.

### 3.1.2.2 En Midi-Pyrénées

Le Casdar TTSI (Cf. ci-après) a, en 2012, réalisé les premiers calculs de variation de stock de carbone permis par la mise en place de travail superficiel ou de semis-direct. Les calculs du carbone stocké se font grâce à la teneur en carbone et à la densité apparente du sol, qui ont été mesurées sur une profondeur de 30 cm, par tranche de 10 cm. On constate un stock moyen sur 0-30 cm de 47 tC/ha sur l'ensemble des parcelles du projet. On peut comparer les valeurs statistiques de l'échantillon de 60 parcelles du réseau TTSI avec les valeurs statistiques (RMQS et INRA –ECOLAB). On constate un stock moyen plus élevé dans les parcelles TTSI (+ 6 tC/ha). L'écart est plus important en sols limoneux (+ 8 tC/ha pour le réseau TTSI) qu'en sols argileux (+ 4 tC/ha). **L'accroissement annuel du stock de carbone sans travail du sol (semis-direct) ou avec un travail réduit à quelques**

**centimètres (NIts), combiné avec couverts et rotations allongées, est évalué de 0,8 à 1 tonne de carbone par hectare et par an (calcul réalisé sur seulement 2 situations).**

## 3.2 Teneur en eau des sols

Il est possible de trouver des résultats d'expérimentation **sur la teneur en eau des sols**. Dans une expertise collective commandée par l'ADEME en 2007 (Schubetzer et al. 2007), les auteurs mentionnent que « de nombreux travaux indiquent des variations de teneur en eau sous TCSL (Techniques Culturelles Sans Labour) **mais les observations sont contradictoires**. Certains auteurs rapportent une augmentation relativement importante (10 % à 3 fois plus) des teneurs en eau sous semis direct (Enrique et al. 2001, Josa et Hereter, 2001 ; Mackie Dawson et al., 1989 ; Ball et al., 1996 ; Diaz- Ravina, 2005). D'autres auteurs observent également peu de différences (Enrique et al., 2001) ou une diminution inférieure à 25 % (Ball et al., 1994 ; Bescansa et al., 2006 ; Sharma, 1985). **Des résultats différents peuvent être observés selon la durée de l'essai, la saison et la présence d'une inter-culture**. Hoffman et al. (1995) n'observent pas de différence d'humidité entre labour et travail superficiel la première année de différenciation et une diminution de 5 % en 2<sup>ème</sup> année. Mackie Dawson et al. (1989) mesurent une forte augmentation de l'humidité (30 à 50 %) en semis direct en automne et en hiver et pas de différence significative le reste de l'année. Des variations plus aléatoires sont observées pendant la culture. Richard et al. (1995) observent une augmentation de l'humidité de 10 à 25 % sur le sol non labouré au moment du semis et pas de différence significative 1 semaine après le semis ».

Dans l'analyse de la bibliographie scientifique, les actions (couverts ou travail simplifiés) sont analysées séparément. On trouve peu (ou pas) de références combinant plusieurs actions (y compris l'allongement des rotations) sur le long terme.

De plus, les résultats existants sont difficilement extrapolables au Bassin Adour-Garonne. Il est impossible de vérifier si ces résultats tiennent compte de l'effet des couverts sur l'équilibre transpiration/évaporation. Ces résultats suggèrent l'importance de conduire des expérimentations « locales ». A l'échelle du Bassin Adour-Garonne, le programme BAGAGE devrait apporter des éclairages sur ces questions (Cf. ci-après).

## 3.3 Comportement hydrique des sols en semis direct vs labour : les résultats du projet SD-EAU

### 3.3.1 Le projet SD-EAU

Le projet SD EAU propose l'étude des Techniques de Semis Direct en culture de printemps pour répondre à une problématique quantitative et qualitative de gestion de l'eau. Ce projet mené de 2012 à 2014 par AGRO D'OC, est co-financé par l'Agence de l'Eau et la Région.

Ce projet sur le bassin de l'Arros (32) comptait 4 volets :

Volet 1 : Mise au point d'un prototype de semis direct monograine sur le principe du disque doublement incliné.

Volet 2 : Comparaison du comportement hydrique (aspects qualitatifs et quantitatifs par mesure de la tension hydrique) de 2 parcelles différenciées entre SCV (semis sous couvert vivant) et labour. L'objectif est de comparer le comportement hydrique d'un sol conduit en technique de semis direct avec une grande ancienneté par rapport à une référence sol conduit en système conventionnel.

Volet 3 : Effets du maintien de couverts végétaux vivants jusqu'au semis de la culture de printemps sur la dynamique de l'eau et de l'azote dans un sol en technique de SCV permanent. L'objectif est de mieux comprendre l'impact des couverts végétaux maintenus vivants jusqu'au semis de la culture de printemps vis à vis de la dynamique de l'eau et de l'azote dans un sol en système de semis direct permanent. L'objectif opérationnel est d'élaborer des stratégies de fertilisation et d'irrigation pour ces systèmes de culture.

Volet 4 : Installer des plantes compagnes sous maïs pour obtenir un couvert végétal en post-récolte. L'objectif est de définir un itinéraire technique pour maîtriser le sous semis de plantes compagnes dans le maïs en vue d'obtenir un couvert végétal performant après maïs.

### 3.3.2 Les principaux résultats

#### 3.3.2.1 Comportement hydrique des sols, les effets positifs d'un enracinement profond

L'essai portait sur l'étude du comportement hydrique d'un sol alluvial limono-argileux conduit en monoculture de maïs irrigué (sous pivot) avec deux modalités : semis-direct et labour sur la période 2012-2014. En 2014, l'essai met en avant des comportements hydriques très différents entre labour et semis-direct :

- De 0 à 30 cm, en début de cycle végétatif, le semis-direct est plus sec ;
- De 0 à 60 cm, **le semis-direct consommerait plus d'eau en profondeur en fin de cycle**. Ce résultat s'expliquerait par la plus grande prospection racinaire dans le cas du semis-direct (Cf. figure ci-dessous). Cet enracinement plus profond est notamment favorisé par l'activité biologique
- Sur l'ensemble du cycle cultural, les écarts de tension hydrique sont plus faibles en semis-direct (**effet tampon du semis-direct**). L'eau circulerait plus vite dans le sol en labour.

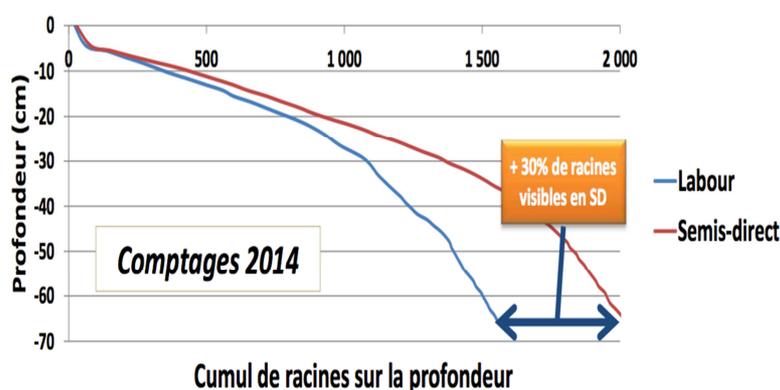


Figure 5 : Cumul de racine en profondeur – comparaison labour et semis-direct – cas d'une monoculture de maïs

#### 3.3.2.2 Effet des couverts végétaux sur le sol et les cultures

L'essai porte sur une monoculture de maïs (sol limoneux-argileux) conduite en semis-direct avec 2 modalités : interculture sol nu (mulch) et couvert de féveroles.

L'essai montre que :

- Le sol couvert est plus chaud que le sol nu (mulch) de 1,5°C jusqu'à fin juin. Cela pourrait s'expliquer par la présence de la féverole qui noircit après destruction.

- Il y a peu de différence sur le comportement hydrique des sols (même si le couvert détruit tardivement peu assécher le profil au moment du semis).
- Un effet positif sur le rendement du maïs suivant, surtout dans des conditions limitantes en azote : +7 qtx en situation fertilisée et +14 qtx en témoin « zéro azote ».
- Un effet « piégeage d'azote » des couverts (même en légumineuse pure) et un « relargage » de l'azote assez rapide.

### 3.3.3 Les enseignements à l'échelle du Bassin Adour Garonne

**Ce projet** montre les différences dans la conduite d'une monoculture de maïs en sec et en irrigué sur des sols limono-argileux très présents sur le Bassin. Ce projet montre la capacité des systèmes basés sur le semis-direct et les couverts à augmenter la capacité de « prospection » des racines et à améliorer les rendements (dans des situations « limitantes » en azote).

Il faudrait multiplier ce type de projets sur le Bassin pour pouvoir conclure, en intégrant d'autres types de sols et en testant d'autres variables comme par exemple la réponse à une diminution des apports d'eau.

## 3.4 Couvert végétaux et réduction du drainage

La mise en place de couverts induit quasi systématiquement une réduction du drainage annuel (quantité d'eau transféré vers le sous-sol). Cette réduction varie en médiane de 20 à 50 mm selon les pédoclimats et le niveau de croissance du couvert (tendance : 10 mm/tMS). Cette réduction du drainage représente en général moins de 10 % de l'eau drainée pour la grande majorité des sites pédoclimatiques en France (Juste et al. 2012), mais elle peut représenter jusqu'à 25 % certaines années pour les sites à pluviométrie faible en hiver. En conséquence, si leur usage est généralisé sur un territoire donné, les CIPAN peuvent **potentiellement réduire la recharge des nappes** dans les situations hydrogéologiques où le drainage sous cultures détermine le volume de cette recharge. Dans ce cas, une évaluation de l'impact qu'aurait la généralisation locale des CIPAN sur la recharge des nappes est nécessaire afin d'analyser le bénéfice de réduction attendue sur la concentration nitrique en regard du coût ou du risque sur la recharge.

D'autre part, en cas de destruction tardive des couverts, cela peut affecter négativement le stock d'eau du sol et donc le bon démarrage de la culture suivante (Juste et al. 2012).

## 3.5 En conclusion

Les résultats présentés montrent que les techniques les plus abouties en terme de réduction du travail du sol (travail très superficiel et semis-direct), généralement associées à des couverts auraient des effets positifs sur :

- la teneur en matière organique sur l'horizon 0 – 30 cm,
- l'activité biologique,
- la prospection racinaire.

Cela dit, aujourd'hui, aucune étude scientifique ne conclue sur la réduction des besoins en irrigation des cultures conduites via ces techniques ; ou encore la meilleure résilience des cultures face à un stress hydrique. Le programme de recherche BAGAGES de l'Agence de

l'Eau Adour-Garonne lancé en 2016, devrait apporter des éléments plus concrets (Cf. ci-après).

Même sans résultat provenant de la recherche, on constate chez les agriculteurs irrigants ayant adopté ces pratiques, **des discours** confirmant une modification de la réponse des cultures face à un stress hydrique marqué. Si l'implantation est correcte, les **agriculteurs parlent** d'une **meilleure résistance à un stress hydrique** et d'un effet tampon du sol. Sans réduire de façon visible les quantités d'eau, cette meilleure résistance permet à la culture de pouvoir « attendre » quelques jours supplémentaires avant un tour d'eau. Cela offre **plus de souplesse à l'agriculteur en période de forte chaleur** et permet dans certains cas d'attendre une pluie (et de décaler, voire supprimer un tour d'eau).

## 4 Autres impacts agronomiques et environnementaux

---

### 4.1 Approche nationale

#### 4.1.1 Les données traitées

Les éléments présentés ci-après sont des extraits de synthèses publiées au niveau national par le ministère de l'agriculture ou l'ADEME. Ces résultats concernent globalement les techniques culturales simplifiées (TCS), incluant les pratiques les plus abouties comme le travail superficiel ou le semis-direct. Ces résultats sont considérés comme robustes même s'ils pourraient être affinés en fonction de paramètres comme l'ancienneté des pratiques, la distinction entre les différentes formes de TCS, la présence de couverts.

Cette approche nationale est complétée dans la présente fiche par 2 études menées au niveau régional et qui cette fois portent sur les formes les plus abouties de simplification de travail du sol.

#### 4.1.2 Les résultats environnementaux nationaux

##### 4.1.2.1 Adventices et maladies :

- Adventices : les systèmes de culture sans labour connaissent en général des infestations d'adventices supérieurs aux systèmes conventionnels (Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt, 2013). Cette difficulté technique de gestion des adventices (qui ne sont plus détruits par le labour) impose la mise en place de différents leviers techniques : rotation diversifiée, mise en place de couvert, mise en place de lutte mécanique (ex.: rouleau) et/ou chimique. En moyenne, on parle d'une augmentation d'utilisation d'herbicide non-sélectif (ex.: glyphosate) de 20 % (TCS n°: 83). Cette augmentation moyenne pourrait être regardée avec un critère supplémentaire, celui de l'ancienneté. En effet, il est fréquent qu'en période de transition, un agriculteur stabilise d'abord sa rotation, ses pratiques et l'implantation de ses couverts avant de se préoccuper d'autres paramètres (comme la pression phytosanitaire). Durant cette période, il ne prendra pas le « risque » de diminuer drastiquement l'utilisation d'herbicide. Par contre, une fois les « piliers » agronomiques en place, on constate chez certains la volonté de réduire l'utilisation d'herbicides (voire même de passer en agriculture biologique) en utilisant des moyens mécaniques, des traitements à bas volumes, des agents « mouillants » augmentant l'efficacité des matières actives...
- Un élément supplémentaire mériterait également une étude approfondie : le lien entre pression et transfert. Etant donnée la modification de l'activité biologique, de

la circulation de l'eau et de la gestion des résidus de culture, il est fort probable qu'à pression herbicide égale, le transfert vers le milieu aquatique en sera modifié (moins de ruissellement, plus de dégradation biologique, plus d'infiltrations...).

- Pathogènes et parasites : l'impact des techniques de travail du sol sans labour paraît plutôt favorable à certains pathogènes sur un certain nombre de cultures. Mais cet impact est très lié au climat, aux techniques culturales et à la rotation qui sont pratiquées. En labour, comme en techniques de travail du sol simplifiées, la pression parasitaire est principalement déterminée par le type de rotation pratiquée (Schubetzer et al., 2007).

#### 4.1.2.2 Lutte contre le ruissellement et l'érosion :

- Réduction des risques de battance (Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt, 2013). Cette réduction de la battance permet une meilleure infiltration de l'eau réduisant d'autant les risques d'érosion à la source.
- Diminution de l'érosion de 50 % si le taux de couverture du sol est d'au moins 30 %. (ADEME, 2015).

#### 4.1.2.3 Consommation d'énergie :

- Baisse de la consommation énergétique : économie de 20 à 40 % des besoins en carburant. (ADEME, 2015)

#### 4.1.2.4 Biodiversité :

- Amélioration globale de la biodiversité des sols : notamment pour les vers de terre (deux à sept fois plus nombreux) et en surface pour les micro-organismes. (ADEME, 2015)
- Favorise les petits mammifères et les oiseaux : la mise en place de couverts et la suppression du travail du sol favorise le développement de ses animaux en fournissant un habitat et de la nourriture pour ces animaux et pour les arthropodes dont ils se nourrissent.

#### 4.1.2.5 Changement climatique :

- Stockage du carbone : L'introduction de cultures intermédiaires engendre une hausse significative du stockage de carbone dans le sol (env. 300 kg éq. CO<sub>2</sub>/ha/an). (ADEME, 2015).
- Potentiel d'atténuation des GES : Pellerin et al. (2013) estiment un potentiel d'atténuation à 2030 à l'échelle nationale de 5,7 millions de tCO<sub>2</sub> éq./ha/an pour le semis direct. (ADEME, 2015).
- Controverse du protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) : en raison de processus de dénitrification accentués et en cas d'apports de fertilisants organiques, les émissions en N<sub>2</sub>O sont accrues (+ 0 à 5kg N-N<sub>2</sub>O par ha et par an) (Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt, 2013). Cette augmentation s'estompe après une phase de transition (de 5 à 10 ans) pour retrouver des niveaux comparables à ceux du labour (Schubetzer et al., 2007).

## 4.2 Résultats régionaux : projet CASDAR TTSI en Midi-Pyrénées (CRA-MP)

### 4.2.1 Le projet

Le projet casDAR sur la faisabilité technico-économique du semis direct (SD) et des techniques très simplifiées d'implantation (TTSI) des grandes cultures dans le Sud-Ouest a été conduit avec des agriculteurs très engagés dans la démarche de simplification.

Les objectifs du projet étaient :

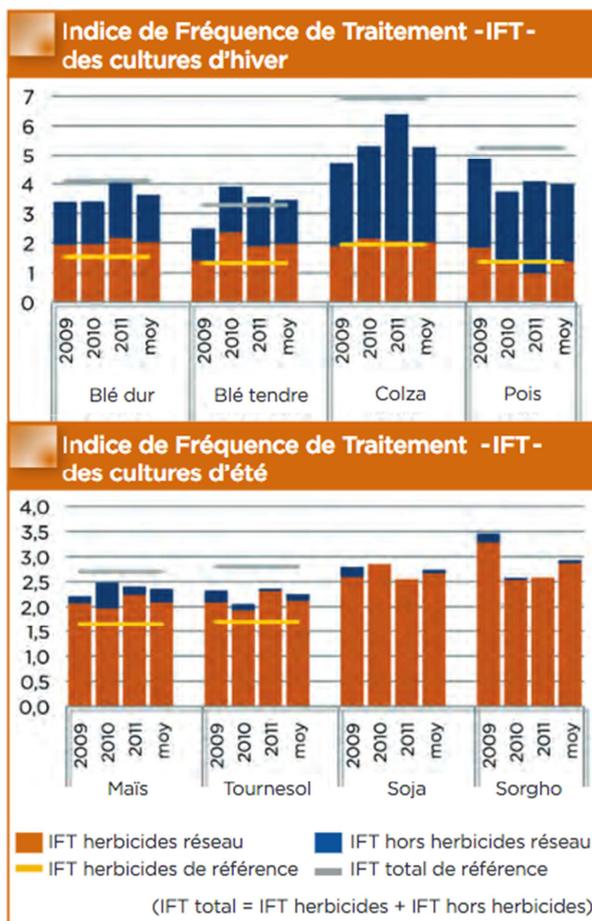
- Analyser et évaluer la faisabilité de la mise en œuvre de ces techniques simplifiées (non-labour superficiel ou semis direct, avec ou sans couverts végétaux) dans les conditions pédo-climatiques et les contextes d'exploitation du Sud-Ouest, à partir de l'expérience d'agriculteurs pionniers ;
- Apporter des éléments de réponse aux questions posées par leur mise en œuvre et tester des techniques innovantes par des travaux d'expérimentation et de recherche

A cette fin, 18 exploitations agricoles (et près de 60 parcelles) du Sud-Ouest, très impliquées dans ces démarches, ont été suivies pendant 3 ans. 13 partenaires techniques régionaux ont collaborés sur ce projet (financé par le ministère de l'agriculture et la région Midi-Pyrénées).

### 4.2.2 Les principaux résultats

#### 4.2.2.1 Pression phytosanitaire

Les agriculteurs du réseau utilisent en moyenne plus d'herbicides qu'un agriculteur conventionnel mais moins d'autres produits phytosanitaires (fongicides et insecticides). Tous produits phytosanitaires confondus (hors anti-limaces), les agriculteurs de ce réseau non-labour utilisent un peu moins de produits phytosanitaires que l'agriculteur conventionnel (sur la base d'un IFT de référence déjà ancien).



#### 4.2.2.2 Comportement des herbicides : réduction des transferts (cas du S-métolachlore – SMOC)

Les changements dans la répartition des matières organiques ont des effets importants sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols, lesquelles conditionnent fortement le comportement des produits phytosanitaires. Le S-métolachlore (SMOC) est un herbicide sélectif de la famille des chloroacétamides, utilisé en pré et post-levée sur plusieurs cultures telles que le maïs, le sorgho, le tournesol et le soja.

Les résultats de rétention et de minéralisation du SMOC obtenus sur les parcelles en techniques très simplifiées d'implantation sont, pour la plupart, significativement plus élevés que ceux identifiés dans la littérature pour des systèmes en techniques conventionnelles (avec labour). **Ces accroissements de rétention et de dégradation devraient permettre de contribuer à une réduction des transferts de cet herbicide vers les eaux souterraines et superficielles comparativement à des parcelles labourées.**

NB : les résultats obtenus pour une matière active, ne sont pas transposables à d'autres. Des études similaires pour le glyphosate et sa « molécule fille » l'AMPA sont indispensables.

#### 4.2.2.3 Biodiversité des sols : une biomasse microbienne élevée

La biomasse est analysée sur 2 échantillons par parcelle (0-5 cm et 5-10 cm). Selon l'échelle de notation du laboratoire, **les biomasses moyennes sont élevées**. La biomasse est plus élevée en surface (0-5 cm) que sur la couche inférieure (5-10 cm).

#### 4.2.2.4 Les émissions de GES

Les émissions de GES varient de 0,4 à 3,4 t CO<sub>2</sub>-eq/ha en fonction des cultures (valeur moyenne de **1,9t CO<sub>2</sub>-eq/ha** dont 63 % sous forme de N<sub>2</sub>O et 37 % sous forme de CO<sub>2</sub>). Cette valeur moyenne est à comparer à la valeur de référence de 2,16t CO<sub>2</sub>-eq/ha (référentiel PLANETE de 2010), dont 58 % sous forme de N<sub>2</sub>O et 42 % sous forme de CO<sub>2</sub>.

### 4.3 Résultats régionaux : Semis direct en Poitou-Charentes Bilan des enquêtes 2013 (CRA-PC)

#### 4.3.1 L'enquête

Cette enquête constitue le premier référentiel « semis direct » en Poitou-Charentes.

17 exploitations pratiquant du semis direct « strict » depuis plus de 3 ans ont été enquêtées. La majorité des sols de ces exploitations sont des groies (65 %) dont une part importante de groies superficielles (47 %). Elles ont une SAU moyenne de 210 ha, nettement supérieure à la moyenne régionale et sont majoritairement des systèmes céréaliers.

#### 4.3.2 Les niveaux de production

**Les rendements des cultures en semis direct sont proches ou supérieurs aux rendements de référence** obtenus sur la région pour la période 2007-2011. Le nombre d'enquêtes n'est pas suffisant pour établir des rendements moyens en SD par type de sol. En moyenne, le semis direct ne semble pas occasionner de pertes de rendement en Poitou-Charentes (comparaison avec valeurs Agreste).

#### 4.3.3 Pression phytosanitaire

Les Indices de Fréquence de Traitement des systèmes de culture en semis direct sont, dans la majorité, **inférieurs aux références régionales définies par le Ministère (2011)** et se situent à 75 % de la référence (mini : 32 % ; maxi : 114 %). Les systèmes en polyculture-élevage permettent une réduction plus importante. L'IFT total se compose en moyenne **de 67 % d'IFT « herbicide »** et de 33 % d'IFT « hors herbicide ». Pour les systèmes en « grandes cultures », **le poste herbicide est plus élevé en semis direct par rapport à la référence régionale (123 %) : la gestion des adventices est le point délicat du semis direct.** A contrario l'IFT « hors herbicide » chute à 48 % de la référence régionale : ces systèmes sont faiblement consommateurs en fongicides et insecticides.

#### 4.3.4 Les émissions de GES

Les rejets de gaz à effet de serre sont fortement corrélés à l'utilisation d'engrais minéraux (90 %) et à la consommation de gasoil (8 %). Ils sont en moyenne de 1,73 t éqCO<sub>2</sub>/ha pour cette enquête.

### 4.4 En conclusion

Sur les paramètres environnementaux (à l'exception notable des herbicides), les pratiques de simplification de travail du sol et d'implantation des couverts sont compatibles avec des enjeux environnementaux que doit relever l'agriculture.

Quant à la question des herbicides elle doit évidemment être approfondie en tenant compte :

- de la période de transition,
- de la situation de départ (ex. : des parcelles avec un salissement et une réserve de graines important),
- de la capacité d'un système de culture à mettre en place des leviers agronomiques,
- de la capacité de l'agriculteur à mettre en place des leviers techniques,
- de la différence entre pression et transfert.

## 5 Analyse socio-économique

---

L'intérêt socio-économique de la pratique (ou des pratiques) du semis direct (par rapport au labour) doit être considéré à travers l'analyse de différentes variables parmi lesquels on peut citer principalement :

- Impact sur le produit brut, lié aux différences de rendement obtenues en fonction des pratiques ;
- Impact sur les charges opérationnelles et sur les coûts de mécanisation, liées en particulier à un changement de matériel et une réduction des consommations de carburant.

Dans l'idéal, ces analyses se font à l'échelle de systèmes de culture plutôt qu'à l'échelle d'une culture, dans la mesure où le semis direct implique souvent, en plus d'une simplification du travail du sol, l'introduction d'une culture intermédiaire et des modifications dans les rotations (voir précédemment). Cependant, il existe peu de référentiels sur des systèmes de culture incluant une pratique de semis-direct. Notre analyse se base principalement sur les études qui ont pu être identifiées sur le sujet et détaillées ci-dessus : 1) l'étude réalisée par la Chambre d'Agriculture de Midi-Pyrénées dans le cadre du projet Casdar TCSI (Midi-Pyrénées, 2012) et 2) l'étude réalisée par la Chambre de Poitou-Charentes (Chambre d'agriculture de Poitou-Charentes, 2014). Ces études concernent des systèmes de grandes cultures ou de polyculture-élevage. Une des limites de ces études étant qu'elles ne comparent pas systématiquement la pratique du semis direct avec des pratiques plus « conventionnelle », i.e. technique avec labour.

### 5.1 Un maintien du produit brut en semis direct

Les deux études menées par la Chambre d'Agriculture de Poitou-Charentes, et par la Chambre de Midi-Pyrénées dans le cadre du CASDAR, montrent globalement un maintien des rendements en semis direct par rapport à des itinéraires techniques conventionnels. Des baisses de rendement, voire des accidents certaines années (ex : sur tournesol), ont pu être observées dans les premières années, durant la période de transition, mais globalement les rendements se maintiennent. Ces accidents s'expliquent par le temps d'adaptation et d'apprentissage nécessaire pour que l'agriculteur maîtrise la technique du semis direct, mais aussi pour que le sol retrouve un certain équilibre. C'est ce qui est aussi observé dans le cas de l'expérimentation menée par Agro D'oc entre 2012 et 2014 (voir Encadré 1).

Cependant, en termes de rendement, il semble que toutes les cultures ne soient pas toutes aussi favorables au semis direct. Ainsi durant le projet CASDAR TCSI, les rendements des agriculteurs du réseau, qui utilisaient des techniques de travail du sol très simplifiées, ont été supérieures aux moyennes régionales pour le maïs irrigué, les blés ainsi que pour le

soja irrigué ; par contre les rendements du tournesol, du sorgho, et du pois ont été inférieurs à ces moyennes (cf. 4.2.2). Par ailleurs parmi ces résultats des différents modes d'implantation, ceux du semi-direct sont au moins égaux aux rendements des autres modalités, sauf pour le tournesol et le pois.

De même l'étude la Chambre d'Agriculture de Poitou-Charentes rapportent des rendements en semis direct proches voir supérieurs aux moyennes régionales 2007-2011 (Agreste) (Chambre d'agriculture de Poitou-Charentes, 2014).

## 5.2 Des réductions de charges de mécanisation significatives en semis direct

Le changement de techniques de labour s'accompagne de modifications du parc matériel, à savoir des semoirs et des matériels de travail du sol, ainsi qu'une réduction des consommations de carburant, permettant une diminution importante des charges de mécanisation.

### 5.2.1 Des montants d'investissements peu élevés par rapport au labour

Dans la majorité des exploitations pratiquant le semis direct le parc matériel est réduit à l'essentiel. Concernant les semoirs, il est observé deux stratégies chez les agriculteurs : soit ils optent pour un semoir volumétrique en propriété pour toutes les cultures, soit ils utilisent deux semoirs (1 semoir volumétrique pour les cultures d'hiver et les couverts) et 1 semoir monograine pour les cultures d'été. Dans ce dernier cas, les semoirs sont souvent acquis en CUMA : 41% des agriculteurs interrogés dans l'étude réalisée en Poitou Charentes ont accès au matériel par leur CUMA (Chambre d'agriculture de Poitou-Charentes, 2014). Pour le travail du sol on observe aussi deux stratégies : soit l'agriculteur opte pour la conservation d'un parc classique (ex : pour tournesol) ou soit il choisit de procéder à un achat progressif de matériel spécifique pour une chaîne de travail du sol spécifique (ex : décompacteur, déchaumeur à disque indépendant, strip-till, herse peigne, rouleau faca). Beaucoup ont aussi adapté leur matériel ou fait de l'auto-construction.

Le Tableau 1 ci-dessous présente les coûts d'investissement en termes de parc matériel pour le semis de maïs selon différentes techniques, d'après la chambre d'agriculture de Dordogne.

Tableau 1 : Comparaison du coût du parc matériel pour le semis de maïs selon différentes techniques (labour, strip-till et semis direct) d'après le barème d'entraide 2011-2012 et le barème BCMA 2014

Techniques	Labour		Strip-till		Semis direct	
Travail du sol	<b>Charrue réversible</b> 4 corps	10 000 €	Strip-till 4 rangs	13 000 €	/	/
	Herse rotative	15 000 €				
Semis	<b>Semoir monograine</b> pneumatique 4 rangs	7 000 €	<b>Semoir monograine</b> pneumatique 4 rangs	7 000 €	<b>Semoir monograine</b> pneumatique 4 rangs	10 000 €

Tracteur	150 C Catégorie C	75 000 €	120 C Catégorie B	59 000 €	100 C Catégorie B	52 000 €
Total	107 000 €		79 000 €		62 000 €	

Source : (Chambre d'agriculture de Dordogne, 2014)

Le montant de l'investissement est 40 % moins élevé pour le semis-direct par rapport au labour et 21 % moins élevé par rapport au strip-till, dans la mesure où il n'y a pas de matériel nécessaire pour le travail du sol. Par contre le semoir est 30 % plus cher en semis direct.

Enfin, le tracteur nécessaire pour le semis-direct est moins puissant et par conséquent moins coûteux (30 %) que celui nécessaire pour le labour.

Cette comparaison est utile uniquement si un agriculteur démarre son activité et opte en première intention pour l'une ou l'autre des pratiques. Pour un agriculteur qui décide de changer de pratiques, il lui sera nécessaire d'investir dans un nouveau semoir. Concernant le tracteur, il pourra utiliser celui qu'il utilisait auparavant, bien qu'il soit surpuissant pour le semis-direct, ce qui réduira la baisse des coûts de production qui pourrait être induite par le changement de pratiques (voir ci-dessous).

Par ailleurs, le coût de l'investissement en cas de changement de pratiques peut être réduit par la revente de l'ancien matériel, l'achat du nouveau via une CUMA et/ou l'accès à des aides à l'investissement du FEADER (mesure 4).

### 5.2.2 Une réduction des coûts de carburant

Le passage au semis-direct permet de réduire certains coûts de production. En particulier, un poste d'économie significatif lié au passage en semis direct concerne la consommation de carburant. D'après la synthèse réalisée par le MAAF en 2013 (MAAF, 2013), il est estimé que la réduction du nombre de passages de tracteur permet une réduction de la consommation de fuel entre 20 et 40 litres par hectare. (MAAF, 2013). Cependant, cette diminution des coûts de production peut être contrebalancée par une augmentation des charges opérationnelles liée à une utilisation accrue d'herbicide.

*Encadré 1 : Comparaison des charges opérationnelle du maïs grain cultivé en SD ou en labours sur 3 ans (2012, 2013, 2014) (Agro D'Oc, 2015)*

Des essais ont été menés sur monoculture de maïs grain irrigué chez deux agriculteurs du Gers, dont l'un se convertit au semis direct en 2012. Le tableau ci-dessous montre les résultats des essais et illustre les propos mis en évidence précédemment, à savoir une réduction de la consommation de carburant et une augmentation des coûts des phytosanitaires, liés à un recours accru aux herbicides. Par ailleurs, il est observé une réduction des coûts de fertilisation, tandis que le poste semence augmente.

Concernant les rendements, le tableau 2 indique une forte variabilité interannuelle, quelle que soit la technique de travail du sol considérée. D'après les auteurs de cette étude, 2012 et 2013 présentaient des conditions climatiques et agronomiques atypiques (printemps très

humide), avec un décalage des stades important. En ce qui concerne la différence de rendement, elle est souvent en faveur du système en labour, surtout en période de transition. En effet, un temps d'adaptation est nécessaire pour que l'agriculteur maîtrise la technique du semis direct, mais aussi pour que le sol retrouve un certain équilibre. L'écart de rendement est plus faible au bout de 3 ans de modification de pratiques.

Dans cet exemple, la marge brute et la marge directe sont toujours en faveur du système en labour. Cependant, la différence de rentabilité est moins marquée quand on considère la marge directe, incluant les charges de mécanisation. Au bout de 3 ans de changement de pratique, cette différence est de 34 €/ha, contre 280 €/ha la première année.

Tableau 2 : Analyse économique de résultats d'essais du projet SD Eau sur trois années (2012, 2013 et 2014), en comparant des parcelles labourée et en semis direct (Gers)

Année	2012		2013		2014	
Modalité	Semis direct	Labour	Semis direct	Labour	Semis direct	Labour
Rendement (t/ha)	11,6	13,6	7,2	9,2	14,3	14,9
Prix (€/t)	200		180		145	
Total produits	2 311	2 725	1 296	1 656	2 072	2 156
Fertilisation	241	256	251	286	270	287
Semences	225	186	225	186	202	164
Phytoprotecteurs	104	91	114	108	115	110
Irrigation (€/ha)	120		150		60	
Séchage (€/ha)	231	272	144	184	212	227
Total intrants	921	925	884	914	859	848
Marges brutes (MB)	1 390	1 799	412	742	1 213	1 308
Charges mécanisation	185	315	160	315	210	270
Marge directe (MD)	1 205	1 484	252	427	1 003	1 038
Différence MB		410		330		94
Différence MD		280		175		34

Source : (Agro D'Oc, 2015)

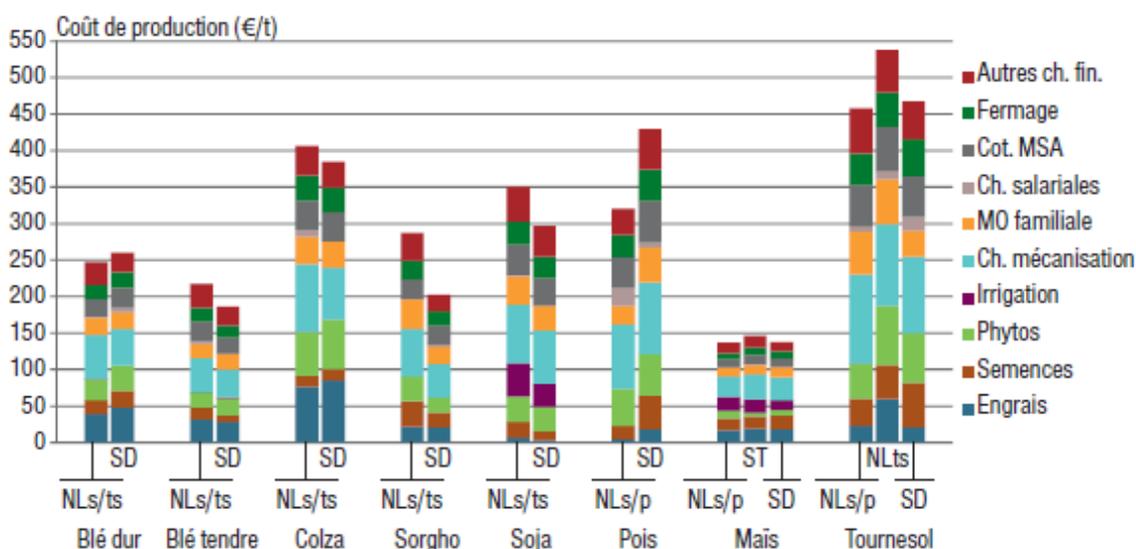
### 5.3 Des cultures plus favorables au semis-direct que d'autres

Les travaux menés par Eschenbrenner et Marsac (2013), qui font partie du projet CASDAR TTSI, montrent que les charges varient également en fonction du type de culture, et des itinéraires techniques (Eschenbrenner, 2013). Le projet a en effet comparé les résultats du maïs, soja, blé tendre, colza, blé dur, tournesol, sorgho, pois, menés selon différentes techniques : semis direct (SD), non labour superficiel (NLs), NLts (non labour très superficiel), Non Labour profond (NLp) strip till (ST). En particulier, en moyenne sur 2009-2011, maïs, soja, colza et blés ont fourni, toutes techniques confondues, des coûts par tonne inférieurs aux prix de vente additionnés des aides PAC, ce qui les rend compétitives ; ce n'est par contre pas le cas du tournesol, pois et sorgho. Les résultats du projet CASDAR TTSIC (Midi-Pyrénées, 2012) montre par ailleurs la grande variabilité des charges opérationnelles entre exploitations, pour une même culture. C'est particulièrement vrai pour le sorgho, et surtout le tournesol, pour lesquels les charges varient de 132 à 659 euros/ha.

Il semblerait donc qu'il y ait au niveau des charges opérationnelles une marge de manœuvre pour améliorer les pratiques, notamment sur les postes de pilotage de la fertilisation et azotée (dose, forme), l'allongement et la diversification des rotations. **Le travail sur les itinéraires techniques pour améliorer les performances du semis direct semble donc être un levier d'action important.**

Dans la **Figure 6**, les coûts de production sont présentés par culture et comparés en fonction de la modalité d'implantation utilisée (non labour superficiel et très superficiel, strip-till, non labour superficiel et profond, ou semis direct). Par rapport au non labour superficiel et très superficiel, le semis-direct induit moins de charges pour les cultures de colza (baisse des charges de mécanisation), soja (réduction des intrants) et blé tendre (maintien des rendements) et sont équivalentes pour le maïs. Pour le blé dur et le maïs, cette étude montre très peu d'écart dans les coûts de production complets entre les différentes techniques. En particulier, la fertilisation du blé dur est plus importante en semis direct. Enfin, à l'exception du pois et du tournesol, **le semis-direct est au moins aussi compétitif que les autres modes d'exploitation.**

Figure 6 : Coût de production complets et contribution des différentes charges, par culture et par mode d'implantation sur le réseau TTSI (en €/t, moyenne 2009-2011).



NLS/ts = non labour superficiel et très superficiel ; SD = semis direct ; ST = strip-till ; NLS/p = non labour superficiel et profond ; NLts = non labour très superficiel.

Source : (Eschenbrenner, 2013)

Ces résultats se traduisent aussi au niveau des marges brutes et nettes qui ont été calculées pour le réseau d'exploitations impliquées dans le projet CASDAR: elles se maintiennent par rapport aux moyennes régionales pour le maïs irrigué et le colza mais elles sont moins bonnes pour le blé dur, et surtout le tournesol.

## 5.4 Le semis direct : une diminution du nombre de passages et un gain de temps

Les différentes études mettent en évidence que le passage au semis-direct permet de diminuer le nombre de passage sur les parcelles et génère ainsi un gain de temps (« temps tracteur ») pour les agriculteurs (Midi-Pyrénées, 2012), (Chambre d'agriculture de Poitou-Charentes, 2014), en particulier pour les systèmes de grandes cultures. Par contre ce type de technique demande à l'agriculteur d'investir plus de temps dans l'observation de ses parcelles.

## 5.5 Coûts de production liés à l'implantation de couverts végétaux

Dans la bibliographie valorisée dans le cadre de l'étude, peu d'information chiffrant l'impact économique de l'introduction des couverts végétaux, sans autres changements de pratiques a été trouvé, mis à part celles du **Tableau 3**. Cette étude, menée par le GAB 32 analyse le coût de la mise en place de couverts végétaux de type CIPAN (Culture Intermédiaire Piège à Nitrates) (GAB 32, 2012). Celui-ci est estimé compris entre 84 et 180 €/ha de CIPAN, soit entre 8.5 et 18% de la marge brute du maïs en semis direct entre 2012 et 2014, en utilisant les chiffres de l'exemple détaillé dans l'Encadré 1, et 6.5 et 14 % du maïs en labour du même exemple. Pour être complète, cette analyse devrait aussi considérer l'impact du CIPAN sur les besoins en fertilisants des cultures suivantes.

Enfin, selon les types de couverts, les impacts économique et agronomique varient en fonction de la valorisation de celui-ci dans le système de production : par exemple la production de fourrage comme la luzerne ou le méteil dans un système de polyculture élevage ajoute un intérêt économique à la mise en place du couvert, à savoir l'autoconsommation ou la vente de fourrage mais diminue les bénéfices en terme d'amélioration de gestion de la fertilité, en exportant la matière organique.

*Tableau 3 : Principaux postes de coût de mise en œuvre d'un hectare de CIPAN*

Etapas de l'itinéraire technique		Coût opérationnel		Coûts de mécanisation (€)	Main d'œuvre (€)	
		Postes	(€)		Temps (min)	€
Préparation du sol	Déchaumage	Carburant (11L)	5,5	22	35	<b>8 €</b>
		Semis à la volée (moutarde...) + rouleau	Semences 25 Carburant (4.5 L) 2.2			
Semis	Ex 2 : Semis rotative semoir en ligne (ex : phacélie ...) + rouleau	Semences	50	41	75	<b>17 €</b>
		Carburant (12L)	6			
Destruction	Rouleau + gel	Carburant :3,5 L	1,7 €	10	15	3.5
	Broyeur	Carburant :5 L	2,5 €	32	20	5
	Chimique	Carburant :1,5 L	0,7 €	<b>10 €</b>	10	2.5
		Herbicide :	15 à 30 €			

	25 à 85 €	38 à 90 €	7 à 23 €
	Soit une charge de 84 à 180 €/ha de CIPAN		

Source : (GAB 32, 2012)

## 5.6 Conclusion

D'un point de vue économique, les référentiels sont encore peu nombreux. Pour le semis direct, la synthèse réalisée ici met en évidence qu'une fois passée la période de transition globalement les rendements et les marges directes (prenant en compte les charges de mécanisation) se maintiennent, bien que pour certaines cultures (sorgho, pois et tournesol) les résultats soient plus mitigés. L'adoption du semis direct permet aussi un gain en termes de temps de travail.

Concernant les couverts végétaux, leur introduction représente un coût d'implantation, qui devrait être mis en balance avec les bénéfiques économiques et agronomiques potentiels qui en découlent et qui varient selon le type de couvert. Le peu de références collectées ne permet pas de conclure sur l'impact économique de cette introduction.

## 6 Freins et leviers pour son développement

### 6.1 Manque de référentiels technico-économiques

Il y a un manque de référentiel technico-économique. Les référentiels technico-économiques permettent en effet de 1) montrer les intérêts agronomiques et économiques de nouveaux modes d'implantation ; 2) diminuer les risques liés à ces innovations. Pour être utiles, ces référentiels doivent être adaptés aux conditions pédoclimatiques locales.

Récemment différentes études ont permis de mieux analyser l'intérêt de différentes d'implantation innovantes comme le SD (ex : études des Chambres de Poitou Charentes et de Midi Pyrénées dans le cadre du projet Casdar) mais elles nécessitent d'être poursuivies. En effet, elles ont révélé notamment une grande variabilité de charges opérationnelles entre les exploitations, ce qui montrent que les itinéraires techniques peuvent être optimisés (ex : gestion de la fertilité et donc des apports en intrants).

**La mesure 1 du FEADER** « Transfert de connaissances et actions d'information » et la mesure 16 « coopération » pourraient soutenir la réalisation de ces référentiels et leur diffusion.

### 6.2 Au niveau technique : quelques difficultés

#### 6.2.1 Une gestion de l'excès d'eau problématique

**En phase de transition**, la gestion de l'excès d'eau en semis direct est plus complexe qu'en situation de labour, du fait d'une diminution de la porosité du sol (Solagro, 2008). Après quelques années la porosité mécanique est remplacée par une porosité biologique très efficace pour gérer des abats d'eau importants.

Cette contrainte pourrait être contournée grâce à un drainage de surface avec la mise en place de rigoles (Agro D'Oc, 2015). Cette technique intéressante doit encore être étudiée.

### 6.2.2 Une pression sanitaire difficile à gérer

Une critique courante faite à cette pratique est l'**utilisation accrue d'herbicides**, qui peut augmenter jusqu'à 30 % (ADEME, 2015). Ceci est dû à une gestion des adventices plus délicate suite à l'arrêt du travail du sol.

En ce qui concerne les **ravageurs**, les avis sont partagés. Pour certains, les résidus favorisent la pression des limaces (GAB 32, 2012 ; Casdar TTSI, tandis que d'autres ne voient pas de différence avec un système TCS ou labour (Chambre d'agriculture de Poitou-Charentes, 2014).

### 6.2.3 Un semis parfois délicat

La littérature rapporte un **changement de la porosité** du sol avec l'arrêt du labour, qui tend à se compacter. Une porosité est progressivement recréée par l'activité biologique et le système racinaire des cultures intermédiaires. Cette période de transition peut varier de 3 à 15 ans selon la gestion du couvert, des rotations et des résidus, et le type de sol. (ADEME, 2015)

## 6.3 Dépasser les freins psychologiques, cognitifs et organisationnels

### 6.3.1 Une pratique qui tend à se diffuser mais qui nécessite de repenser le système

L'**acceptabilité** des techniques culturales simplifiées auprès des agriculteurs est plutôt bonne et elles tendent à se développer. En effet, on estime que près de 35 % des surfaces cultivées en France sont conduites en techniques culturales simplifiées (ADEME, 2015). Cependant, parmi ces techniques, les cultures implantées en semis direct sont encore faibles (voir § 1.3).

Par ailleurs, pour être efficace, l'adoption du semis direct doit être conjointe à l'implantation de couverts végétaux et d'une **adaptation du système** avec la diversification et l'allongement des rotations. Un raisonnement partiel, qui n'impliquerait que l'arrêt du labour, engendrerait des difficultés croissantes dans la gestion des adventices. (MAAF, 2013)

Cela implique que la mise en place de ces techniques demande aux agriculteurs un **investissement personnel** important pendant la période de transition, et, à terme, un véritable changement de paradigme. Il est préconisé de tester sur une petite surface de l'exploitation et se laisser le temps de maîtriser la technique avant de généraliser (ADEME, 2015), afin de diminuer les risques inhérents à l'innovation.

L'introduction de nouvelles pratiques telles que le semis-direct peut être valorisant pour l'agriculteur, car cela **remet l'agronomie au centre du métier** de l'agriculteur (ADEME, 2015). L'arrêt du labour permet de troquer des heures de tracteur contre de l'observation au champ. Néanmoins, ceci demande plus de **flexibilité organisationnelle** (ADEME, 2015), avec par exemple des fenêtres d'intervention plus réduites. (Pierre RICCI, 2011).

Enfin, l'attachement du monde paysan au travail de la terre, emblématique de l'agriculture, peut être un frein à l'arrêt du labour. (MAAF, 2013)

### 6.3.2 La nécessité d'un accompagnement technique

La diffusion de cette pratique nécessite des sources de conseil, d'information et d'échanges techniques (ADEME, 2015).

Les dynamiques d'apprentissage sont longues à se mettre en place. L'étude de Meynard et al. (2015) met en évidence l'importance des **échanges entre agriculteurs et des dynamiques collectives pour l'adoption de nouvelles pratiques ou de nouvelles cultures, avec en particulier le rôle clé joué par les agriculteurs pionniers** (Meynard et al., Janvier 2013). Un appui méthodologique et financier à la construction et à l'évaluation des expériences de terrain constitue un levier intéressant en permettant le renforcement des réseaux d'expérimentation et de conseil, le partage d'expériences innovantes au sein des groupes d'agriculteurs.

Les Groupements d'intérêt économique et environnemental (GIEE), statut créé dans le cadre de la Loi d'avenir pour l'agriculture du MAAF est aussi un outil intéressant pour favoriser le développement du semis direct. Portés par des collectifs d'agriculteurs. Il vise à favoriser des projets pluriannuels visant la modification ou la consolidation de pratiques permettant une triple performance économique, environnementale et sociale. Des projets sont déjà en cours dans les régions du bassin Adour-Garonne<sup>1</sup>, visant notamment l'allongement des rotations, l'autonomie protéique, la diversification des assolements, etc.

## 6.4 La recherche, un levier important : les attentes du projet BAGAGE

### 6.4.1 Les enjeux

Un enjeu fort sur l'ensemble du Bassin Adour-Garonne (BAG) porte sur le besoin de retenir l'eau à la parcelle et de ralentir son transfert en cas de fort excédent pluviométrique, car :

- une grande proportion des milieux aquatiques (cours d'eau, lacs, etc.) sont en « mauvais état » lié à l'érosion entraînant :
  - le colmatage des fonds par les fines
  - des transferts de polluants (nitrates, produits phytosanitaires, phosphore, ...) soit dilués à l'eau (nappes et cours d'eau) soit adsorbés sur les différentes particules de sols (cours d'eau).
- les transferts d'eau sont de plus en plus rapide de l'amont vers l'aval ce qui augmente les crues (quantité d'eau, vitesse donc force). Il est important de réaliser des recherches sur l'infiltration de l'eau en sols agricoles afin de ralentir les transferts vers les cours d'eau.

Un enjeu clé du projet de recherche BAGAGE (2015-2020) est **d'identifier les pratiques agricoles réellement efficaces pour une gestion durable des ressources en eau dans le BAG**. Cela revient à la nécessité d'évaluer l'efficacité des pratiques agroécologiques de 4 types de systèmes de culture:

- Successions de cultures ou systèmes de culture qui limitent la surface totale sans couvert végétal avec un allongement de la rotation ;
- Couverture du sol en interculture via des cultures intermédiaires multi-services ;
- Pratiques de l'Agriculture de « conservation des sols », qui est basée sur 3 piliers associés : i) non-labour (no-till), ii) culture intermédiaire en interculture (couverts), iii) diversification des cultures avec allongement des rotations ;

---

<sup>1</sup> Liste des GIEE disponible ici : <http://agriculture.gouv.fr/en-un-deja-plus-de-240-giee-reconnus>

- Agroforesterie au sens large (formations ligneuses et arbres autour et dans les parcelles agricoles).

#### 6.4.2 Les processus étudiés

Sur le terrain sur l'augmentation de la capacité de rétention en eau des sols grâce aux pratiques agroécologiques, on entend parler de divers types d'effets :

- effet barrage de la plante (moins de ruissellement) ;
- effet « guide » pour pénétration dans le sol le long du système racinaire ;
- effet « éponge » par meilleure rétention autour du système racinaire ;
- effet structurant du sol par présence constante de racine dans le sol et donc apport de MO forte avec renouvellement constant de ce système racinaire.

Les 2 questions qui sont prégnantes sont les suivantes :

- Quel est le niveau réel d'efficacité de l'ensemble de ces pratiques ?
- Quelles seront les conséquences pour la production et la durabilité des exploitations ?

#### 6.4.3 Quelles questions de recherche seront traitées dans ce projet ?

Quatre questions seront analysées scientifiquement :

1. Quels sont les effets des pratiques agroécologiques sur le cycle de l'eau : implantation de couverts intermédiaires, réduction du travail du sol et agroforesterie ? Quel est le niveau de compatibilité entre amélioration de la qualité et disponibilité de la quantité d'eau dans le BAG ? **Quelles seront les répercussions d'une évapotranspiration plus forte due à une couverture des sols plus étendue sur l'année sur le bilan et la disponibilité hydrique ?** Ces pratiques permettent-elles une meilleure pénétration de l'eau dans le sol et donc une réduction du ruissellement et du transfert aux cours d'eau ? **Ces pratiques, ont-elles un effet sur la quantité d'eau stockée et retenue dans le sol explorée par les racines des cultures ?** Permettent-elles de réduire le transfert de polluants aux cours d'eau ?
2. Quelle sera l'efficacité des pratiques agroécologiques en fonction des diverses situations pédoclimatiques du BAG ?
3. Quel sera l'effet de ces pratiques sur les flux d'eau à l'échelle du bassin versant ?
4. Quelles seront les performances en termes de développement durable (atténuation du changement climatique) et vulnérabilité des exploitations agricoles ?

## 7 Analyse coût – efficacité de l'action

---

Actuellement, aucune étude ne conclue sur la réduction des besoins en irrigation accompagnant l'adoption du semis direct et des couverts végétaux ou sur la meilleure résilience des cultures face à un stress hydrique. Le programme de recherche BAGAGES de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne lancé en 2016, devrait apporter des éléments plus concrets d'ici la fin du projet en 2020.

On peut cependant souligner une amélioration de la teneur en matière organique des sols, de l'activité biologique et la prospection racinaire qui pourrait favoriser une mobilisation de plus forte de l'eau du sol, notamment face à un stress hydrique marqué.

D'un point de vue économique, les référentiels sont encore peu nombreux, mais il semblerait que les marges directes, comprenant les frais de mécanisation, tendent à être équivalentes pour la majorité des cultures.

La poursuite des expérimentations et l'élaboration de référentiels technico-économiques permettraient d'acquérir une meilleure connaissance de l'impact du semis direct sur les économies d'eau ainsi que sur la rentabilité relative des systèmes en semis direct. Le projet Bagages devrait contribuer à cette tâche.

Par ailleurs, l'accompagnement et la capitalisation des résultats des projets menés dans le cadre des GIEE sont aussi une piste intéressante pour acquérir des référentiels et faire des démonstrations de pratiques auprès de la profession agricole.

Par ailleurs, comme tout changement de pratiques, l'accompagnement, la sensibilisation et le conseil jouent un rôle clé dans le processus d'apprentissage et l'adoption sur le long terme des pratiques agricoles innovantes.

## 8 Eléments de développement potentiel (territoires, types d'exploitations...)

---

Principalement développées en grandes cultures et en cultures pérennes, les techniques culturales simplifiées connaissent une forte expansion en France, estimé à 2 % par an depuis 1994. (ADEME, 2015)

En ce qui concerne le semis direct en particulier, en 2011, il ne représentait que 2 % des surfaces de cultures annuelles (33 % en autres TCS et 65 % en labour). (ADEME, 2015)

Il existe des différences régionales (cf. Tableau 1). Le non-labour est plus répandu sur les territoires présentant des problèmes d'érosion comme le Sud-Ouest, que dans ceux aux climats plus humides. (MAAF, 2013)

Tableau 4 : Part des surfaces semées sans labour en 2011

Culture	France	Midi-Pyrénées
Blé tendre	40%	69%
Blé dur	53%	77%
Colza	49%	85%

(MAAF, 2013)

« **Potentiel de développement à l'échelle nationale** : 10 à 14 millions d'ha de cultures annuelles, sur tous types de sols, sauf hydromorphes. » (ADEME, 2015)

## 9 BIBLIOGRAPHIE

---

ADEME. (2015, Janvier). Des techniques culturales simplifiées pour protéger le sol et économiser l'énergie. Angers.

ADEME. (2015, Janvier). Itinéraires combinant plusieurs pratiques agro-environnementales. Angers.

Agr'eau. (s.d.). Les couverts végétaux : produire sans polluer.

Agro D'Oc. (2015). Techniques de Semis Direct en culture de printemps pour répondre à une problématique quantitative et qualitative de la gestion de l'eau.

Chambre d'agriculture de Dordogne. (2014, Juin 17). TCS, strip-till et semis direct.

Chambre d'agriculture de Poitou-Charentes. (2014, Janvier). Semis-direct en Poitou Charentes - Références.

Eschenbrenner, G. (2013, Juin). Coûts de production : le semis direct plutôt rentable. *Perspectives agricoles* (401).

GAB 32. (2012, Décembre). Agriculture du carbone : couverts végétaux, techniques superficielles, agriculture biologique et agroforesterie.

MAAF. (2013, Septembre n°61). L'agriculture de conservation. *Analyse du CEP* (61), pp. 1-4.

Meynard et al. (Janvier 2013). Freins et leviers à la diversification des cultures. Etude au niveau des exploitations agricoles et des filières. Versailles: Quae.

Midi-Pyrénées, C. R. (2012). Techniques Très simplifiées d'implantation des cultures (TTSI)\_Projet Casdar. Toulouse

Pierre RICCI, S. B. (2011). Repenser la protection des cultures : innovations et transitions. Dijon.

Solagro. (2008, Octobre). Le semi direct.

Sécheresse et agriculture. (2006, Octobre). Réduire la vulnérabilité de l'agriculture à un risque accru de manque d'eau. Expertise scientifique collective INRA.

CASDAR TTSI : Technique très simplifiées d'implantation des cultures. Amélioration de la durabilité des systèmes de grandes cultures dans le Sud-Ouest -2008 – 2012. Coordinateur : Longueval C. CRAMP

Semis direct en Poitou-Charentes – références – Bilan des enquêtes 2013 – CRA-PC

Pellerin et al., 2013. Quelle contribution de l'agriculture française à la réduction des GES. Expertise scientifique collective INRA