

Sommaire

Remerciements	11
----------------------------	-----------

Préambule - Pourquoi cet ouvrage ?

L'implantation des cultures, objet agronomique à identifier	13
--	-----------

Jean Boiffin, François Laurent et Guy Richard

Introduction - Enjeux, contexte et problématiques

de l'implantation des cultures	17
---	-----------

Jean Boiffin, François Laurent et Guy Richard

Les caractéristiques écophysiologicals et techniques de l'implantation des cultures .. 17

Les enjeux de l'implantation

Les pratiques d'implantation et leur évolution en France

Un raisonnement agronomique plus général

Première partie - L'installation du peuplement végétal : étapes, risques, conséquences

Chapitre 1 - Germination, levée, début de croissance :

les bases biophysiques de l'implantation des cultures	37
--	-----------

Jean Boiffin, Laurent Bruckler, Antoine Gardarin et Guy Richard

La semence et son devenir

Étape I : du semis à la germination

Étape II : de la germination à la levée

Étape III : de la levée au début de la compétition entre plantes voisines

Conclusion

Chapitre 2 - Diversité et qualité des semences : caractérisation,

facteurs de variation et d'amélioration	65
--	-----------

Antoine Gardarin et Sylvie Ducournau

Impact de la diversité des semences sur le comportement des plantes
au cours de l'implantation

Évaluation, variabilité et amélioration de la qualité des semences

Conclusion : de la compréhension de la diversité des semences à la maîtrise
de leur comportement

Chapitre 3 - Conditions physiques au sein du lit de semences et implantation des cultures	87
Guy Richard, Jean Boiffin, Hubert Boizard, Laurent Bruckler, Isabelle Cousin et Jean Roger-Estrade	
Les domaines du sol à considérer	87
Formation et évolution de l'état structural au cours de la phase d'implantation	90
Les régimes hydrique et thermique et l'aération du lit de semences	97
Conclusion : des conditions physiques déterminantes sur l'implantation et en partie maîtrisables	103
 Chapitre 4 - Vers une protection agroécologique des cultures en phase d'implantation.	107
Jean-Noël Aubertot, Jean-Philippe Deguine, Jay Ram Lamichhane, Marie-Hélène Robin, Jean-Pierre Sarthou et Christian Steinberg	
Principales bioagressions des semences et des plantules	110
Déterminants des dynamiques populationnelles des bioagresseurs des semences et des plantules	120
Bases pour une protection agroécologique des cultures en phase d'implantation . .	126
Conclusion	132
 Chapitre 5 - SIMPLE, un outil de modélisation de l'implantation des cultures	135
Jean-Noël Aubertot, Jean Boiffin et Guy Richard	
Représentation globale du déroulement de l'implantation par le modèle SIMPLE .	136
Exemples de mise en œuvre du modèle SIMPLE	145
Conclusion	150
 Chapitre 6 - Effets de la mise en place du peuplement sur le fonctionnement du couvert et la production végétale	151
Marie Launay, Julie Constantin, Jean-Charles Deswarte et Laurent Maunas	
Élaboration du rendement et rôle de l'implantation : quelques principes de raisonnement	153
Conséquences de l'implantation pour différentes catégories de cultures annuelles .	164
Conclusion : les enjeux complexes de la phase d'implantation pour l'élaboration du rendement	176

Chapitre 7 - Effets des modalités de préparation des sols et de semis sur la flore adventice 179

Nathalie Colbach, Stéphane Cordeau et Antoine Gardarin

Les caractéristiques de la germination et de la levée propres aux adventices 180
Les effets des modalités d'implantation sur les adventices 188
L'apport des simulations au raisonnement de l'implantation des cultures 198
Conclusion 206

Chapitre 8 - Implantation des cultures et gestion de l'environnement 209

Pierre Benoit, Laurent Bruckler, Raluca Ciuraru, Sophie Générumont,

Jean-François Ouvry, Céline Pelosi et Sylvie Recous

Processus affectés par les techniques d'implantation des cultures 210
Illustration des effets de l'implantation sur l'environnement par trois situations types emblématiques 217
Conclusion 233

Deuxième partie - L'implantation de la culture, maillon essentiel de l'itinéraire technique : décisions et principes de raisonnement

Chapitre 9 - Raisonner le choix d'un itinéraire d'implantation des cultures 237

Jean Roger-Estrade, François Laurent et Jacques Caneill

L'itinéraire d'implantation 238
Diversité des modes de travail du sol 242
Diversité des outils de semis et de plantation 243
Typologie des itinéraires d'implantation 245
Comment choisir un itinéraire d'implantation ? 248

Chapitre 10 - Implantation des céréales et des oléagineux à l'automne . . . 251

Jérôme Labreuche, Gilles Sauzet, Jean Charles Deswarte, Damien Brun et Jean Pierre Cohan

L'implantation du colza d'hiver 253
L'implantation du blé tendre d'hiver 262
L'implantation des autres cultures d'hiver 269
Les plantes compagnes des cultures d'hiver 271
Conclusion 273

Chapitre 11 - Implantation des cultures de printemps :

cas de la betterave sucrière et du maïs 275

Rémy Duval et Jérôme Labreuche

Enjeux et contraintes de l'implantation des cultures de printemps	275
Positionner le cycle cultural et configurer le couvert végétal	281
Choisir un mode de travail du sol	285
Choisir un équipement pour la préparation du sol	292
Choix d'un semoir	296
Choix tactiques : adapter l'intervention aux conditions rencontrées	299
Conclusion	301

Chapitre 12 - Implantation d'associations d'espèces 303

Guénaëlle Corre-Hellou

Facteurs déclenchant l'implantation d'une association d'espèces	303
Objectifs des associations et choix d'implantation	305
Les éléments clés de l'implantation des différents types d'association	307
La phase d'implantation est-elle déterminante et peut-elle être modifiée pour les cultures en association ?	313
Conclusion	314

Chapitre 13 - Implantation des cultures intermédiaires : assurer

la réussite de la levée pour produire les services écosystémiques visés 315

Julie Constantin, Hélène Tribouillois et Eric Justes

Aptitudes à la germination des différentes espèces utilisables en cultures intermédiaires	316
Conditions de réussite de la levée des cultures intermédiaires multiservices	319
Conséquences de l'implantation sur les niveaux de fourniture de services	325
Conclusion : quelques conseils pratiques, malgré des connaissances encore incomplètes	327

Chapitre 14 - Implantation des cultures légumières : s'adapter

aux contraintes de marché et à la diversité des situations 329

François Villeneuve et Vincent Faloya

Diversité des cultures légumières	331
Évaluation, variabilité et amélioration de la qualité des semences légumières	331
Impact de l'implantation sur la qualité des récoltes	341
Mise en œuvre de techniques spécifiques liées à des conditions extrêmes	345
Spécificités des plants	347
Nouvelles contraintes et opportunités des cultures légumières	349
Conclusion	351

Chapitre 15 - Pomme de terre : dès l'implantation, satisfaire les exigences du débouché	353
Michel Martin et Christine Leclercq	
Spécificités de la culture de la pomme de terre	353
Décisions d'implantation : enjeux, objectifs et contraintes, raisonnement	356
Les choix à faire à moyen terme, avant de planter	358
Les décisions à prendre à court terme, au moment de la plantation	364
Conclusion : des décisions d'implantation déterminantes, à adapter aux nouvelles contraintes environnementales	372
Chapitre 16 - Implantation des cultures et organisation du travail	375
Alexandre Joannon, Elisa Delecourt et Valérie Leveau	
Organisation du travail et implantation des cultures au sein de l'exploitation agricole	376
Modélisation des jours disponibles	383
Modélisation de l'organisation de travail	387
Conclusion : perspectives d'évolution des outils de modélisation de l'organisation du travail	394
Chapitre 17 - L'expérimentation numérique et l'évaluation multicritères : deux approches pour éclairer les choix en matière d'implantation des cultures	397
Frédérique Angevin, Julie Constantin et Jean Boiffin	
L'expérimentation numérique	399
L'évaluation multicritères	405
Quelques limites à dépasser pour accroître l'usage de l'expérimentation numérique et de l'évaluation multicritères	414
Conclusion	417
Conclusion - L'implantation des cultures, champ de recherche et développement à réinvestir	419
Jean Boiffin, François Laurent et Guy Richard	
L'implantation des cultures, objet agronomique identifié	419
Réussir l'implantation, est-ce si compliqué ?	421
Réinvestir l'implantation des cultures : pourquoi, comment ?	423
Références bibliographiques	427
Liste des auteurs	437

3

Conditions physiques au sein du lit de semences et implantation des cultures

Guy Richard, Jean Boiffin, Hubert Boizard, Laurent Bruckler, Isabelle Cousin et Jean Roger-Estrade

Ce chapitre concerne les conditions physiques qui jouent sur le comportement des semences et des plantules, à savoir les teneurs en eau et en oxygène, la température, et les obstacles mécaniques. L'évolution de ces conditions dépend avant tout du climat, mais aussi des caractéristiques du sol et de l'état de surface de la parcelle, qui conditionnent les transferts d'eau, de chaleur et d'oxygène, ainsi que l'extension des jeunes tiges et racines.

Parmi les caractéristiques du sol à prendre en compte pour qualifier l'implantation, l'état structural est sans doute la plus déterminante et la plus variable, dans le temps comme dans l'espace. Après avoir délimité les différents domaines du sol à considérer, nous étudierons donc la genèse et l'évolution de l'état structural, avant d'aborder les régimes hydriques et thermiques et l'aération des lits de semences. Cette analyse nous permettra, *in fine*, d'identifier les risques de mauvaise implantation, mais aussi les leviers dont dispose l'agriculteur pour s'en prémunir.

Les domaines du sol à considérer

Chacune des opérations d'implantation, effectuées après la récolte du précédent cultural et avant les interventions juste après le semis (tableau 0.1, page 20), crée des hétérogénéités au sein du profil cultural et/ou à sa surface. Vis-à-vis du comportement des semences et des plantules, on peut distinguer cinq grands domaines (figure 3.1).

Domaine D0 : la surface du sol

La caractéristique la plus importante est l'éventuelle couverture du sol par un film plastique ou un mulch végétal, constitué selon les cas de plantes vivantes ou de résidus de récolte. Ce mulch végétal peut atteindre quelques centimètres d'épaisseur et peut représenter un obstacle à la levée (présence de débris plus ou

moins difficiles à contourner). La couverture du sol joue sur les régimes hydrique et thermique du lit de semences (frein à l'évaporation, modification de l'albédo du sol, amortissement des amplitudes thermiques, stockage de la chaleur dans le cas d'un film), et peut constituer un environnement favorable à l'activité biologique, avec des effets bénéfiques (présence d'auxiliaires), ou néfastes (présence de pathogènes et d'autres bioagresseurs).

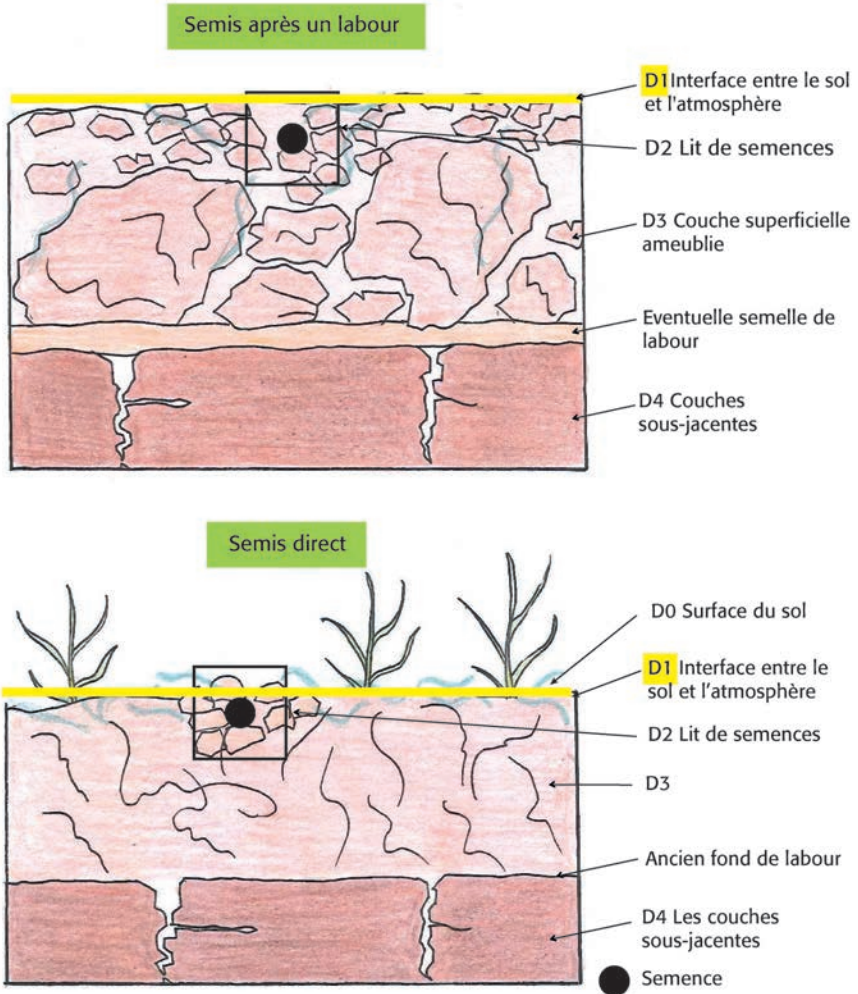


Figure 3.1. Les cinq domaines du profil cultural à considérer pour des itinéraires d'implantation avec labour ou avec semis direct.

Domaine D1 : l'interface entre le sol et l'atmosphère

Il s'agit de la partie superficielle du sol, de quelques millimètres d'épaisseur. Elle joue un rôle crucial dans les échanges gazeux entre le sol et l'atmosphère au-dessus de celui-ci. Soumis à l'action des pluies (surtout en cas de sol nu), ce domaine peut évoluer vers la formation d'une croûte de battance, devenir un obstacle aux échanges entre sol et atmosphère, et constituer finalement un obstacle à la levée.

Domaine D2 : le lit de semences

Il s'agit du volume de sol qui résulte de l'action des pièces travaillantes du semoir, et au sein duquel est placée la semence. L'état structural de ce domaine, de quelques centimètres d'épaisseur, conditionne le contact entre la terre et la graine et les transferts d'eau permettant la réhydratation des semences, et il détermine les conditions physiques au voisinage des semences et des plantules.

Domaine D3 : la couche superficielle ameublie

C'est l'horizon à partir duquel a été fabriqué le lit de semences ; il persiste juste au-dessous du domaine D1 dans les zones situées entre les passages d'éléments semeurs, et se situe à la base du lit de semences D2 dans les zones de passage. Son épaisseur est en général de 15 à 25 centimètres. Son état structural résulte des actions de fragmentation plus ou moins intenses et de tri des mottes exercées par les outils de façon superficielle (dans les cas où le sol est travaillé) et/ou par les agents climatiques ou biologiques. Il résulte également du compactage par les pneumatiques des tracteurs. Il n'a pas d'influence directe sur la germination et la levée mais il peut être déterminant vis-à-vis d'autres enjeux de l'implantation, tels que la maîtrise des adventices, des ravageurs, et des risques de ruissellement.

Domaine D4 : les couches sous-jacentes au lit de semences

Ce domaine composite comprend à la fois les horizons actuellement ou anciennement labourés, et les horizons sous-jacents à une éventuelle semelle de labour ou au plus ancien fond de labour. Il exerce une influence indirecte, mais importante, sur les régimes hydrique et thermique du lit de semences. Son état structural joue sur la vitesse de ressuyage et donc sur les risques d'excès d'eau en surface, sur la vitesse de réchauffement, et sur les possibilités de remontées capillaires pour réhumecter le lit de semences. Il influe également sur la mise en place du système racinaire, par la présence éventuelle de zones compactes non colonisables.

Formation et évolution de l'état structural au cours de la phase d'implantation

Le profil cultural au semis : dynamique de formation et variabilité des états obtenus

Après la récolte du précédent cultural, le profil cultural évolue sous l'effet du climat, des organismes vivants, et des interventions culturales (figure 3.2).

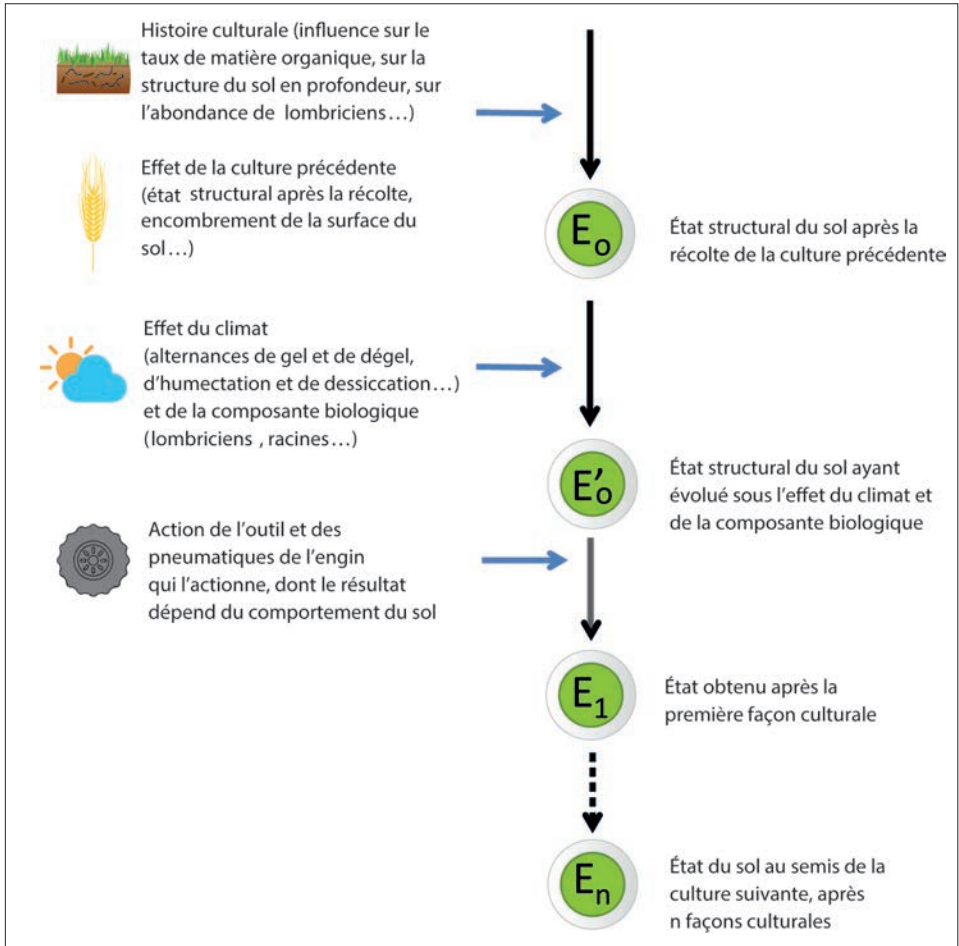


Figure 3.2. Facteurs à prendre en compte pour analyser l'évolution de la structure du sol entre la récolte d'une culture et le semis de la suivante (d'après Manichon et Sebillotte, 1975).

Les effets des agents climatiques

La pluie et les alternances d'humectation et de dessiccation, ou de gel et de dégel, peuvent induire soit une prise en masse (diminution de la porosité et augmentation de la cohésion), soit une fissuration, avec les conséquences inverses. L'intensité