

**AGRI  
PRO  
DUC  
TION**

 Univers agricole

**14594**

# Les systèmes intégrés

Une troisième voie en grande culture

Philippe Viaux



**EDITIONS**  
**France Agricole**

25, rue Ginoux, 75015 Paris

# Sommaire

Remerciements	IV
Préface	XII
Avant-propos*	XIV
Enjeux économiques et sociaux d'une agriculture durable	XV
Évolution historique	XV
Politique agricole	XVI
Rôle des techniques	XVII
Agriculture et environnement	XX
Compléments bibliographiques	XXI
<b>PARTIE 1 – DES SOLUTIONS TECHNIQUES RESPECTUEUSES DE L'ENVIRONNEMENT POUR UNE PRODUCTION DE QUALITÉ</b>	<b>1</b>
<b>1 NÉCESSITÉ D'UNE APPROCHE GLOBALE : CONCEPT DE SYSTÈME INTÉGRÉ</b>	<b>2</b>
<b>2 ROTATION, ASSOLEMENT ET TAILLE DES PARCELLES</b>	<b>7</b>
Introduction	7
Effets agronomiques liés aux rotations	9
Effets des rotations courtes sur le développement des bioagresseurs	9
Effet des rotations sur les rendements et la fertilité du sol	13
Quelques autres effets favorables des rotations longues	19
Éléments pour choisir une rotation et un assolement multifonctionnels	20
Principes de construction de la rotation	20
Aide au choix des précédents culturaux	25
Gérer la taille des parcelles et l'assolement	29
Contrôle de la variabilité intraparcellaire	30
Aménager au mieux le parcellaire	32
Raisonnement économique à faire au niveau de la rotation	33
Conclusion	34
Compléments bibliographiques	35
<b>3 ASSOCIATION DE CULTURES, ENGRAIS VERTS ET CULTURES INTERMÉDIAIRES</b>	<b>36</b>
Introduction	36
Associations de cultures	37
Association de cultures dont toutes les espèces sont récoltées	38
Association de cultures dont seule une espèce est récoltée	40
Cultures dérobées, engrais verts et CIPAN	41
Cultures dérobées	41

Critères de choix	94
Matériel traditionnel	95
Cultivateurs rotatifs à axe horizontal et semoir intégré	95
Semoirs rapides à disques adaptés au semis direct	95
Semoirs rapides à dents et socs étroits adaptés au semis direct	96
Mise en œuvre des techniques de travail du sol	98
Importance d'une gestion très précise de l'interculture	98
Exemple de stratégie pour la gestion d'une interculture sans labour	102
Conclusion	104
Compléments bibliographiques	105
<b>6 IRRIGATION</b>	
Introduction	106
Adaptation des consommations d'eau d'irrigation à la ressource	106
Difficultés d'une irrigation rationnelle	109
Obstacles naturels à une irrigation rationnelle	109
Du matériel peu performant et souvent mal réglé	110
Un calcul des doses d'irrigation facile à faire, mais des méthodes de pilotage peu utilisées	114
Limites d'une irrigation rationnelle	115
Réduire le recours à l'eau d'irrigation	115
Supprimer l'irrigation en remplaçant les cultures irriguées par des cultures sèches	115
Irriguer en valorisant au maximum l'eau	116
Raisonnement de la conduite de l'irrigation	122
Conclusion	122
Compléments bibliographiques	123
<b>7 VARIÉTÉ, DATE ET DENSITÉ DE SEMIS : UN CHOIX STRATÉGIQUE</b>	
Introduction	124
Progrès de la sélection variétale	124
Progression des rendements : génétique, agronomie et climat	125
Progrès génétiques sur la résistance aux bioagresseurs	126
Progrès génétiques pour la qualité technologique	128
Nouvelles stratégies des sélectionneurs	129
Conclusion : la sélection doit rester au service de l'agriculteur	130
Comment choisir une variété ?	135
Mélanges de variétés	136
Importance du choix de la date et de la densité de semis	136
Cas des céréales à paille	137
Exemple du pois	137
Exemple du colza	137
Exemple du tournesol	139

Engrais verts	42
CIPAN	55
Couvert vivant permanent ou semi-permanent (SCV)	55
Conclusion	56
Compléments bibliographiques	58
<b>4 RÔLE DES ÉLÉMENTS FIXES DU PAYSAGE (HAIES, BANDES ENHERBÉES, ETC.)</b>	<b>59</b>
Introduction	59
Biodiversité sauvage et zones non cultivées	61
Un champ cultivé n'est pas un désert	61
Faut-il conserver les zones non cultivées?	62
Bien gérées, les zones non cultivées abritent des espèces utiles	64
Effets bioclimatiques	66
Lutter contre l'érosion hydrique, la pollution par les nitrates et les pesticides	66
Lutte contre l'érosion hydrique	66
Protection des eaux de surface contre les pollutions par les nitrates	68
Protection des eaux de surface contre les pollutions par les produits phytosanitaires	69
Limites de cette approche	70
Maîtrise de l'érosion éolienne	71
Rôle paysager des haies, des bosquets, des arbres isolés	72
Autres intérêts des haies: production de bois d'œuvre ou de bois de chauffage	73
Construction d'un projet prenant en compte le rôle multifonctionnel des éléments fixes du paysage	73
Compléments bibliographiques	75
<b>5 TRAVAIL DU SOL: VERS DES TECHNIQUES SANS LABOUR</b>	<b>76</b>
Introduction	76
Les différentes formes de travail du sol simplifié	77
Évolution des surfaces en techniques simplifiées en France	79
Travail simplifié pour quelles cultures? Avec quel rendement?	80
Pour quel type de sol?	80
Travail du sol simplifié, les effets positifs sur l'environnement	83
Augmentation de la teneur en matière organique en surface	83
Augmentation de l'activité biologique en technique simplifiée	84
Diminution des risques d'érosion par les techniques simplifiées	90
Limitation des fuites de nitrate	91
Économies d'énergie	91
Dégradation des produits phytosanitaires	92
Transfert des produits phytosanitaires vers les eaux de surface	93
Matériels adaptés aux techniques simplifiées	93

Viser un objectif de rendement inférieur au potentiel pédoclimatique	139
Compléments bibliographiques	141
<b>8 FERTILISATION AZOTÉE</b>	
Introduction	142
Bases du raisonnement : méthode du bilan prévisionnel	142
Besoins des cultures entre l'ouverture (Nf) et la fermeture du bilan (Ne)	143
Azote minéral disponible	143
Minéralisation utile	146
Besoins en engrais (Xa, X)	147
Exemple de calcul de bilan	150
Modalité des apports d'engrais : dates d'apport, fractionnement, localisation	152
Outils de pilotage de la fertilisation azotée	154
Fertilisation azotée et protection de l'environnement	156
Comment limiter les pertes par voie gazeuse	156
Lutte contre la pollution des eaux par les nitrates	157
Ajustement de la dose et fuite de nitrate	158
Minimiser la minéralisation dans l'interculture	158
Cultures pièges à nitrates	160
Une réglementation de plus en plus complexe	162
Programmes d'actions en zone vulnérable	163
Conclusion : gérer l'azote n'est pas seulement une affaire de calcul de dose	163
Complément bibliographique	164
<b>9 FERTILISATION PHOSPHATÉE ET POTASSIQUE</b>	
Introduction	165
Une réserve abondante de P et de K dans les sols	165
Mécanismes de l'absorption des éléments PK	166
Comment raisonner les apports d'engrais organiques ou minéraux ?	168
Analyse de sol	168
Les cultures ont des exigences très différentes	170
Apports de fertilisants organiques et minéraux	172
Modalités d'apport	174
Conclusion	176
Compléments bibliographiques	177
<b>10 PROTECTION INTÉGRÉE DES CULTURES</b>	
Introduction : vers une réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires	178
Bases du raisonnement pour une protection intégrée des cultures	181
Exemples de raisonnement en protection intégrée	184
Stratégies de lutte contre les adventices	184

Stratégies de lutte contre les maladies cryptogamiques ..	190
Lutte intégrée contre les insectes ravageurs .	193
Lutte contre les limaces .	196
Protéger la santé de l'agriculteur et lutter contre la pollution ponctuelle	197
Lutte contre la pollution diffuse .....	197
Caractéristiques toxicologiques des produits phytosanitaires ..	199
Caractéristiques environnementales des produits phytosanitaires .	199
Comment choisir un produit ayant le minimum d'impact sur la santé et l'environnement ?	202
Conclusion ..	203
Compléments bibliographiques ..	204
<b>11 QUALITÉ ET CONSERVATION</b> ..	205
Introduction ..	205
Signes officiels de qualité ..	206
Qualité « produit » ..	206
Qualité au niveau des entreprises ou des filières ..	207
Techniques de production et qualité technologique ..	208
Teneur en sucre sur betterave ..	208
Teneur en huile pour le colza ..	208
Teneur en protéine pour les céréales à pailles ..	209
Qualité sanitaire ..	210
Mycotoxines ..	210
Métaux lourds ..	211
Pesticides ..	211
Conserver les récoltes avec du froid .	212
Ventilation froide, une méthode efficace de conservation des grains	212
Conservation longue durée des pommes de terre ..	215
Conclusion ..	215
Compléments bibliographiques ..	216
<b>PARTIE 2 – LES RÉSULTATS TECHNIQUES, ÉCONOMIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX</b> ..	217
<b>1 INTRODUCTION</b> ..	218
<b>2 RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX DE CONDUITES DE CULTURE</b> ..	220
Des références nombreuses mais peu connues ..	220
Travaux sur le niveau d'intensification ..	221
Travaux sur les systèmes intégrés ..	222
Quelques exemples de conduites de cultures extensives ou intégrées. .	223
Résultats d'essais pluriannuels de « conduites de cultures » ..	225
Résultats d'essais sur blé en Nord-Picardie et Normandie ..	225

Interprétation économique des essais « itinéraires techniques » sur ble	231
Résultats d'essais pluriannuels en rotation	233
Présentation d'une série d'essais systèmes en rotation	233
Comportement du ble dans les essais en rotation	233
Analyse des résultats sur colza et tournesol dans un essai en rotation	239
Exemple de résultats avec une approche système	
résultats des essais microfermes	242
Analyse critique de la faisabilité des systèmes intégrés	243
Résultats économiques	246
Résultats obtenus dans l'essai système de Boigneville	249
Résultats techniques (Tableau 2-9)	249
Résultats économiques (Tableau 2-10)	251
Les systèmes intégrés pour mieux préserver l'environnement (Tableau 2-11)	254
Préservation des ressources naturelles non renouvelables	254
Préservation de la qualité de l'eau et de l'air	257
Préservation de la diversité biologique	264
Effet des systèmes sur l'activité biologique des sols	264
Autres impacts environnementaux	265
Expérience dans les autres pays	266
En Allemagne	266
Au Royaume-Uni	266
En Hollande	267
Au Danemark	267
En Suisse	267
Impact économique, agronomique et environnemental des systèmes intégrés dans différents pays européens	268
La rentabilité de l'agriculture est compatible avec l'amélioration de la qualité de l'environnement	269
Compléments bibliographiques	272
<b>3 RÉSULTATS OBTENUS PAR DES GROUPES D'AGRICULTEURS</b>	<b>273</b>
Introduction	273
Obstacles à la diffusion des techniques de production à faibles intrants	273
Exemple de la Champagne (Indre-et-Loire) une baisse continue des intrants	276
Une évolution des pratiques agricoles avec un maître mot : anticipation	276
Quel fonctionnement du groupe pour obtenir cette évolution ?	277
Exemple de transfert de technologie à la Ferté-Vidame (Eure-et-Loir)	278
Méthodes utilisées	279
Déroulement du projet	280
Résultats obtenus	281
Expériences acquises dans cette étude	285

Expérience des Plans de développement durable (PDD)	286
Maitrise technique . clé de la réussite des agriculteurs	289
Économies possibles sur quels intrants, avec quels risques?	289
Coût de production . indicateur de technicité et d'impact sur l'environnement	292
Une technicité plus grande et une surveillance des cultures plus importante	292
Conclusion	293
Compléments bibliographiques	294
<b>4 ESTIMER LA DURABILITÉ D'UNE EXPLOITATION À L'AIDE D'INDICATEURS</b>	<b>295</b>
Des indicateurs de durabilité pour quoi faire?	295
Réflexion à l'échelle internationale	296
Exemple d'une méthode utilisée à l'échelle de l'exploitation	297
Méthode IDEA (indicateurs de durabilité des exploitations agricoles)	297
Étude de la durabilité des exploitations s'évaluer pour évoluer	301
Méthode de travail utilisée	301
Résultats agroécologiques par exploitation	301
Évaluer les progrès réalisés vers les systèmes intégrés grâce à IDEA	303
Résultats sur un ensemble d'exploitation	304
Conclusion	304
Compléments bibliographiques	306
<b>5 POUR PROGRESSER VERS LES SYSTÈMES INTÉGRÉS ET UNE AGRICULTURE DURABLE</b>	<b>307</b>
LISTE DES SIGLES	311
GLOSSAIRE	313
LISTE DES TABLEAUX	315
LISTE DES FIGURES	319
LISTE DES ENCADRÉS	323
LISTE DES ÉQUATIONS	325
INDEX	326
CAHIER COULEUR	329



# Préface

C'est un honneur pour moi que de préfacier la suite de *Une troisième voie en grande culture* de Philippe Viaux, qui porte le titre prometteur de *Les systèmes intégrés*. Son travail de synthèse sur les grandes cultures est considérable et on ne peut l'aborder qu'avec modestie.

Depuis la décennie 90, l'agriculture française est à la recherche de nouveaux modèles conciliant l'économie d'intrants chimiques, l'économie de carburant et la contribution à un environnement sain, tout en produisant des volumes suffisants et garantissant un revenu acceptable pour les exploitations agricoles. Différents concepts sont utilisés et chacun a sa logique propre. Le « biologique » propose des techniques culturales fondées sur le refus des intrants chimiques et des OGM, ce qui amène à utiliser presque uniquement les fonctionnalités naturelles des écosystèmes productifs. Le « raisonné » cherche à réduire les quantités d'engrais et produits phytosanitaires pour atteindre des doses qui ne remettent pas en cause les revenus. « L'écologiquement intensif » cherche à utiliser plus intensivement les fonctionnalités des écosystèmes productifs soit en les amplifiant, soit en s'en inspirant pour définir de nouveaux intrants. Pour résoudre la même équation dans le domaine spécifique des grandes cultures, Philippe Viaux propose le concept de système intégré, lequel correspond à « une approche globale de l'utilisation du sol pour la production agricole qui cherche à réduire l'utilisation d'intrants extérieurs à l'exploitation, en valorisant au mieux les ressources naturelles

et en mettant à profit les processus naturels de régulation ». L'intégration met l'accent sur les cohérences systémiques. Par exemple, les dégâts provoqués par des attaques de champignons peuvent être réduits par une combinaison de dates de semis, de densité de semis, de choix de succession culturale, de choix de variétés, par une diversification du couvert végétal (variétés en mélange), par la surveillance de l'épidémie de manière à bien choisir la date de traitement, par un ajustement des doses... Ainsi, de très nombreuses techniques se complètent-elles et le métier d'agriculteur, en gérant ces nombreux choix, devient une véritable ingénierie écologique capable de faire face à des situations complexes. Cette complexité pourrait rebuter certains agriculteurs rompus aux méthodes classiques et conventionnelles de l'agriculture intensive en intrants chimiques, habitués, dans le même cas, à utiliser des solutions simples et à procéder à des traitements qui peuvent être massifs. L'ouvrage de Philippe Viaux explore cette complexité de la décision agronomique à travers les différents chapitres.

Le point d'entrée est les rotations et les assolements. Les avantages et les difficultés propres aux rotations des grandes cultures sont analysés dans le détail. On prend de ce fait conscience de leur très grande multifonctionnalité. Une aide au choix de précédents culturaux est proposée. Puis le livre passe en revue les associations de culture, les engrais verts et les cultures intermédiaires et dérobées ainsi que les couverts vivants. Le rôle des éléments fixes du

paysage (haies, bandes enherbées) est mis en avant rôle dans la circulation de l'eau, effets bioclimatiques, lutte contre l'érosion, biodiversité utile. Le travail du sol constitue un chapitre important pour raisonner l'évolution vers le sans-labour (lorsqu'il est utile) *via* les techniques culturales simplifiées. Les choix de peuplement (densité de semis, date de semis, variété) sont explicités. Les différentes formes de fertilisation et leur complémentarité sont recensées. Enfin, la partie technique s'achève par la protection intégrée des cultures.

Dans une deuxième partie, Philippe Viaux fournit de nombreux résultats d'essais et de références techniques. Il faut saluer cet effort et son utilité tant la demande de références est grande de la part des agriculteurs intéressés par ces innovations mais inquiets de ne pas disposer facilement de données tangibles.

L'ouvrage se termine par une ouverture sur les méthodes de pilotage de la transformation des exploitations qui évoluent vers la production intégrée. Sachant qu'un tel pilotage reste difficile faute d'outils encore disponibles, Philippe Viaux propose la voie des indicateurs de durabilité permettant aux agriculteurs d'évaluer eux-mêmes la viabilité de leur trajectoire et de faire progresser leur exploitation vers une intégration efficace et une agriculture durable.

En écrivant ce nouveau livre, Philippe Viaux continue à être l'un des tout premiers à ouvrir des perspectives concrètes pour l'agriculture innovante qui est appelée à succéder à la grande vague modernisatrice des années 60.

Michel Griffon, 14 juin 2012

# Avant-propos\*

Personne n'ose plus aujourd'hui prononcer le mot d'agriculture intensive. Pourtant ce type d'agriculture est celui qui est le plus répandu en France. On l'accuse d'engendrer des excédents, de dégrader l'environnement et de produire des aliments de mauvaise qualité. Bien entendu, cette vision est excessive. Un nombre de plus en plus important d'agriculteurs se préoccupe d'environnement et de qualité, et raisonne les intrants au cas par cas.

La voie actuelle d'évolution consiste à mettre en avant le concept d'agriculture raisonnée. C'est une évolution souhaitable, mais de notre point de vue insuffisante. En effet, la plupart du temps les agriculteurs ne remettent pas en cause la conduite globale des cultures ni, *a fortiori*, le système de production lui-même.

Une autre voie d'évolution possible est le développement de l'agriculture biologique. Un certain nombre de personnes pense que c'est la seule solution raisonnable pour aller vers une agriculture durable. Bien qu'en

croissance, ce secteur ne nous paraît pas pouvoir se développer au-delà d'un certain niveau (probablement pas plus de 10 % du marché en France). Il existe effectivement de sérieux problèmes techniques qui limitent les rendements. D'autre part, il nous semble que s'interdire tous les produits chimiques de synthèse peut conduire à des effets pervers dus à l'utilisation de produits « naturels » en quantité excessive ou à des pratiques coûteuses en énergie comme le labour. L'intérêt de l'agriculture biologique réside surtout dans l'approche globale du système de production et la recherche de la complémentarité entre agriculture et élevage.

Valoriser au mieux les mécanismes biologiques et utiliser une approche globale de l'exploitation c'est ce qui nous a conduits à proposer le concept de système intégré. Il s'agit dans un tel système d'approcher les principes de l'agriculture biologique sans s'interdire d'utiliser des produits chimiques de synthèse quand cela s'avère nécessaire. C'est cette troisième voie que nous appelons « système intégré ».

---

\* Préface de la première version actualisée