

Université Abbès Laghrour Khenchela
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Agronomiques



Polycopié de la Matière :

Systeme de Culture

Destiné aux étudiants de :
Master 2 Académique
Production Végétale

Préparé par :
Dr. AOUIDANE Laiche
Maitres de conférences classe « A »

Année Universitaire :
2022/2023

Avant-propos

La prospérité de tout pays dépend de la prospérité de son peuple. L'économie de la plupart des pays dépend directement ou indirectement de leur agriculture et ses produits. Partout dans le monde, les agriculteurs travaillent dur mais ne gagnent pas d'argent, en particulier les petits agriculteurs car il leur reste très peu après avoir payé tous les intrants. L'agriculture étant dépendante de la mousson, la productivité des cultures est variable chaque année. Pour augmenter la productivité, des efforts continus doivent être déployés dans la conduite de la recherche sur différents aspects de la production agricole, de l'après-récolte et de la commercialisation des produits à valeur ajoutée. L'émergence de l'approche système nous a permis d'augmenter la production sans détériorer la base de ressources. Il y a toutes les possibilités d'économiser les ressources en suivant l'approche systémique dans la culture. Le système de culture est un mot couramment et largement utilisé pour expliquer une approche plus intégrée de la culture par rapport aux approches de monoculture.

Ce polycopié propose d'aider les acteurs académiques et professionnels du changement en agriculture, qu'ils soient dans une posture de formation ou de décision, à s'approprier le concept de système de culture. Celui-ci est appréhendé depuis son observation jusqu'à sa reconception, avec comme fil conducteur la compréhension des logiques sous-tendant les choix techniques.

Ce document, structuré en quatre parties : 1) la partie conceptuelle sur les systèmes de production agricole ; 2) la partie sur les systèmes intensifs ; 3) la partie consacré aux systèmes extensifs ; 4) la partie spécifique consacré aux systèmes oasisien.

Dr. Houidane L

Liste des Figures

FIGURE 1. REPRESENTATION SIMPLIFIEE DU SYSTEME D'ELEVAGE (LANDIAS, 1992).....	13
FIGURE 2. SCHEMAS EXPLICATIF D'UN SYSTEME DE CULTURE (LANDAIS, 1998)	15
FIGURE 3. L'AGRICULTURE DURABLE REPOSE SUR LES TROIS PILIERS DE DEVELOPPEMENT DURABLE (NAHAL, 1998).	15
FIGURE 4. SCHEMAS EXPLICATIF DE FONCTIONNEMENT DES AGROSYSTEMES (ASP, 2022).....	17
FIGURE 5. EXEMPLE D'UN OASIS : OASIS DES MONTAGNES ET OASIS D'ERG.....	18
FIGURE 6. PHOTOS PRESENTATIF D'UNE AGRICULTURE INTENSIVE	21
FIGURE 7. STATISTIQUE DE L'EVOLUTION DE PRODUCTION AGRICOLE MONDIALE (FAO, 2011).24	
FIGURE 8. PRESENTATION DE LA PRODUCTION MONDIALE DES CEREALES AVEC UTILISATION DES ENGRAIS (FAO, 2011).	25
FIGURE 9. PRESENTATION D'EVOLUTION DES COUTS DES PESTICIDES AGRICOLES UTILISES EN EUROPE (FAO & ONUDI, 2008)	27
FIGURE 10. PHOTOS PRESENTATIF DE MECANISATION AVANCEE DE L'AGRICULTURE	28
FIGURE 11. PRESENTATION DE QUELQUES TYPES DE LA MONOCULTURE	29
FIGURE 12. L'IRRIGATION ET RESSOURCES EN EAU PRELEVEMENT 1999 ET 2030 (FAO, 2004). 30	
FIGURE 13. SCHEMAS D'INFLUENCE DE NITRATE SUR LA SANTE HUMAIN (PAINCHAUD, 1997).. 32	
FIGURE 14. PRESENTATION DE RISQUE DE CANCER DANS LE MILIEU AGRICOLE (BATCH, 2011) 35	
FIGURE 15. LES PRINCIPAUX SYMPTOMES D'INTOXICATION PAR INSECTICIDES, FONGICIDES ET HERBICIDES (BATCH, 2011).	36
FIGURE 16. PREPARATION DES TERRES POUR REALISER DES PLANTATIONS (SOUS-SOLAGE ET PREPARATION DU SOL PAR DISQUAGE) (FAURE , MONTAGNON, & FONTVIEILLE, 2014)... 39	
FIGURE 17. EVOLUTION DES RENDEMENTS DE QUELQUES CULTURES EN FRANCE (1900 A 2020) (SCHAUBERGER , ET AL., 2018).	41
FIGURE 18. EXEMPLE D'IRRIGATION DANS LE SYSTEME INTENSIF	42
FIGURE 19. EXEMPLE DE LUTTE CHIMIQUE CONTRE LES RAVAGEURS (PESTICIDES).....	46
FIGURE 20. EXEMPLE D'UNE LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE RAVAGEURS (KILEY-WORTHINGTON, 1981).	46
FIGURE 21. EXEMPLE D'ASSOLEMENT DES TERRES PAR DIFFERENTES CULTURES.....	49
FIGURE 22. PRESENTATION SCHEMATIQUE DE L'ASSOLEMENT BIENNAL.....	50
FIGURE 23. PRESENTATION SCHEMATIQUE D'ASSOLEMENT TRIENNAL.....	51
FIGURE 24. EXEMPLE D'UN SCHEMA D'ASSOLEMENT TRIENNAL	52

FIGURE 25. PRESENTATION DE L'IMPACT DE LA ROTATION DE CULTURE SUR LE BILAN DE RESTITUTION DANS LE SOL SUR 5 ANS (VERZEAUX, 2017).....	54
FIGURE 26. LE COUT DE PRODUCTION DE BLE TENDRE DANS LE CAS DE ROTATION PAR CULTURE PRECEDENTE (BONTE, 2010).	57
FIGURE 27. EXEMPLE CULTURELLE D'UN ASSOLEMENT AVEC ROTATION.....	58
FIGURE 28. EXEMPLE DE QUELQUES CULTURES PRATIQUEES DANS L'AGRICULTURE EXTENSIVES	63
FIGURE 29. EXEMPLE D'AGRICULTURE EXTENSIVE TRADITIONNELLE EN AFRIQUE.....	64
FIGURE 30. EXEMPLE D'AGRICULTURE EXTENSIVE MODERN ELEVAGE ET ARBORICULTURE	64
FIGURE 31. LES PRINCIPES QUI FONDENT L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE.....	66
FIGURE 32. REPARTITION DES SURFACES EXPLOITES BIO DANS LE MONDE (LE-DOUARIN, 2020).	67
FIGURE 33. APERÇU D'UN SYSTEME DE CULTURE EN SEMIS-DIRECT SOUS COUVERT VEGETAL. (A) BROYAGE D'UNE COMPOSITION MULTI-ESPECES DE COUVERT VEGETAL. (B) SEMIS D'UN BLE D'HIVER UTILISANT UN SEMOIR SPECIALEMENT. VUE DU CHAMP APRES (C) BROYAGE ET (D) BROYAGE PLUS SEMIS-DIRECT D'UN BLE D'HIVER. (E) VUE SUR UNE PARCELLE DE HARICOT VERT DE CONSERVE (VERZEAUX, 2017).	69
FIGURE 34. SCHEMA DE SEMIS DIRECT AVEC UN COUVERT VEGETAL ET SUCCESSION DES CULTURES.....	69
FIGURE 35. MOUVEMENTS DES PASTEURS ET DE LEURS TROUPEAUX DANS LES SYSTEMES D'ELEVAGE PASTORAUX « TRADITIONNELS » (BENCHERIF, 2011).....	72
FIGURE 36. PRESENTATION SCHEMATIQUE D'UN SYSTEME EXTENSIF.....	74
FIGURE 37. CARTE E REPARTITIONS DES OASIS ET LES ROUTES TRANSSAHARIENS (RETAILLE, 1986).....	76
FIGURE 38. LES DIFFERENTES OASIS PAR DIFFERENTES REGIONS GEOGRAPHIQUES EN ALGERIE	79
FIGURE 39. EXEMPLE DE DIFFERENTS SYSTEME D'IRRIGATION DANS LES OASIS TRADITIONNELLES	81
FIGURE 40. EXEMPLE D'UN ANCIEN SYSTEME OASIEN.....	84
FIGURE 41. EXEMPLE DE NOUVEAUX SYSTEME OASIEN GRANDE CULTURE ET PHOENICULTURE	87
FIGURE 42. PRESENTATION D'UN SYSTEME DE PRODUCTION MARAICHAGE DANS LA WILAYA DE GHARDAIA	90
FIGURE 43. PRODUCTION DE L'ARACHIDE A GHARDAIA	91
FIGURE 44. LE SYSTEME DE PRODUCTION OASIEN INTEGRE POLYCULTURE (GHARDAIA)	93

FIGURE 45. EXEMPLE DE SYSTEME PALMIER FRUITIER OASIEN GHARDAÏA..... 94

FIGURE 46. SYSTEME D'ELEVAGE DANS LES OASIS GHARDAIA 96

Liste des Tableaux

TABLE 1. EXEMPLE DE CLASSIFICATION DE LA QUALITE DES SOLS EN ELEMENTS MINERALE NUTRITIF (FAO, 1988).	38
TABLE 2. PRESENTATION DES CARACTERISTIQUES DES TERRES PRIVILEGE DANS LA COUCHE SUPERFICIELLE (VAUD, 2019).	43
TABLE 3. NORMES DE FERTILISATION (KG/HA) POUR FRUITS A PEPINS ET A NOYAU, AINSI QUE POUR LE KIWI, EN RAPPORT AVEC LE RENDEMENT (KG/HA) (KUSTER, ET AL., 2017).	47
TABLE 4. DEGRE D'IMPORTANCE DE DIFFERENTS SPECULATION DE MARAICHAGE SEBSEB (HOUCHITI, 2009).	89

Programme du canevas

Intitulé du Master	Production végétale	
Semestre :	03	
Intitulé de la matière	Système de culture	
Responsable de l'UE (Fondamentale) :	AOUIDANE Laiche	
Responsable de la matière :	Aouidane Laiche	
Nombre d'heures d'enseignement :	Cours : 1 :30 h TD : 1 :30 h TP : 1 :30 h	
Nombre d'heures de travail personnel	82 :30 h	
Nombre de crédits :	6	
Coefficient de la Matière :	3	
Objectifs de l'enseignement :		
<p>Ce module vise à approfondir les connaissances pratique et la manipulation des techniques de production végétale et faire une typologie des systèmes de production existent dans le monde et même celle locale. Comprendre comment avoir déterminé les systèmes de production locale existants dans la région pour avoir les biens gérées et amélioré leur productivité en maximum.</p>		
Connaissances préalables recommandées		
Phytotechnie, économie rural, production végétale		
Contenu de la matière :		
<p>Plan de la Formation Pratique / Production Végétale Introduction : Notions de système de culture et système de production Chapitre I : Système extensif caractéristiques choix des espèces types d'assolement types de rotation étude d'un exemple Chapitre II : Système intensif caractéristiques choix des espèces types d'assolement types de rotation étude d'exemples taux d'intensification Chapitre III : Système oasisien spécificités du système cultures en étages</p>		
Modalités d'évaluation :	C Continu (40%) + Examen final (60%)	

Table de Matière

AVANT-PROPOS	I
LISTE DES FIGURES	II
LISTE DES TABLEAUX	V
PROGRAMME DU CANEVAS	VI
TABLE DE MATIERE	VII
INTRODUCTION	9
CHAPITRE I: SYSTEME INTENSIF	19
I.1 CARACTERISTIQUES	20
I.2 LES AVANTAGES	21
I.2.1 SUR LE PLAN AGRONOMIQUE	21
I.2.2 SUR LE PLAN ECOLOGIQUE	22
I.2.3 SUR LE PLAN ECONOMIQUE	23
I.3 LES INCONVENIENTS	23
I.3.1 CONSEQUENCES SUR L'ENVIRONNEMENT	26
I.3.2 CONSEQUENCES SUR LA SANTE	30
I.4 CHOIX DU SITE ET DU SOL	37
I.5 CHOIX DES ESPECES	39
I.6 LA GESTION DE L'EAU	41
I.7 L'ENTRETIEN DE LA PLANTATION	43
I.7.1 REPRESSION DES MAUVAISES HERBES	44
I.7.2 PROTECTION CONTRE DES INSECTES	45
I.7.3 FERTILISATION	47
I.8 ASSOLEMENT	48
I.1.1 TYPE D'ASSOLEMENT	49
I.8.1.1 Assolement biennal	49
I.8.1.2 Assolement triennal	51
I.9 LA ROTATION CULTURALE	51
I.9.1 LES PRINCIPES DE BASE D'UNE ROTATION	52
I.9.2 LES AVANTAGES DE LA ROTATION	53
I.9.3 CHOIX DE CULTURE	55
I.9.4 CHOIX DE LA SUCCESSION DES CULTURES	55
I.9.5 LE COUT DE ROTATION	56
I.9.6 EXEMPLE DE ROTATION	57
CHAPITRE II: SYSTEME EXTENSIF	60

II.1	DEFINITION	60
II.2	CARACTERISTIQUES DE SYSTEME EXTENSIF	61
II.2.1	PRINCIPALES CULTURES DE L'AGRICULTURE EXTENSIVE	62
II.3	TYPLOGIE DE SYSTEME EXTENSIF	63
II.3.1	AGRICULTURE EXTENSIVE BIOLOGIQUES	64
II.3.2	AGRICULTURE DE CONSERVATION	67
II.4	PERSISTANCE DES FORMES EXTENSIVES	70
II.5	EXEMPLE D'UN SYSTEME EXTENSIF	71
CHAPITRE III: SYSTEME OASIEN		75
III.1	DEFINITION	75
III.2	LES SYSTEMES DE PRODUCTION OASIEN	77
III.2.1	DIVERSITE DES ZONES NATURELLES ET SITUATION	78
III.2.2	L'ACCES H L'EAU	79
III.2.3	L'HISTOIRE DE L'OASIS	81
III.2.3.1	L'ancien système oasien « El Oualjda et Siar »	82
III.2.3.2	Le nouveau système oasien « Siar et Babar »	85
III.3	FRAGILITE ET MENACE DE SYSTEME OASIEN	88
III.4	EXEMPLE DES SYSTEMES DE PRODUCTION OASIEN (M'ZAB).	88
III.4.1	LE SYSTEME MARAICHER	89
III.4.1.1	Les caractéristiques	89
III.4.2	LE SYSTEME ARACHIDIEN,	90
III.4.2.1	Les caractéristiques	90
III.4.3	LE SYSTEME DE PRODUCTIONS INTEGREES	92
III.4.3.1	Les caractéristiques	92
III.4.4	LE SYSTEME DATTIER-FRUITIER	93
III.4.4.1	Les caractéristiques	93
III.4.5	LE SYSTEME "ELEVAGE OVIN-CAPRIN"	94
III.4.5.1	Les caractéristiques	94
REALISATION DES TP		97
REALISATION DES TD		98
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES		99

INTRODUCTION

L'agriculture mondiale est confrontée à des enjeux dont l'importance va aller en grandissant avec l'augmentation de la population mondiale et les conséquences du changement climatique. Nourrir 9,5 milliards d'individus en 2050 va nécessiter une augmentation significative de la production agricole, qu'elle soit végétale ou animale (Gal, 2009). Cette augmentation devra bénéficier à tous, notamment aux plus démunis, fournir des produits de bonne qualité sanitaire et gustative et respecter l'environnement naturel, alors que les ressources, tant en terre, eau et énergie, se font plus rares (Vance, 2001; leng, 2008). Dans ce contexte potentiellement conflictuel, comme l'ont souligné les « émeutes de la faim » en 2008, la recherche doit contribuer à la conception de systèmes agricoles innovants (Meynard, Rolland, Locye, Félix, & Lonnet, 2009), susceptibles d'atteindre ces objectifs de production tout en étant appropriables par des agriculteurs se distinguant par leurs contextes d'action (environnement, ressources mobilisables), leurs objectifs et leurs pratiques.

Dans ce contexte, l'évolution récente de l'agriculture et de la société rurale, que nous venons de résumer, montre la nécessité d'un nouveau regard sur l'exploitation agricole.

D'après (Tournier, 1989), dès lors apparaît une différence très nette entre la propriété et l'exploitation. La propriété est l'unité juridique sur laquelle son détenteur a un droit réel, complet. Le propriétaire a, en particulier, la possibilité de ne pas cultiver lui-même sa terre ; de la faire cultiver par un autre versement d'un loyer. L'exploitation est l'unité technique et économique de mise en valeur de la terre. Elle peut être constituée par des terres en propriété, des terres en location ou les deux à la fois. Dans le faire-valoir direct, il y a confusion entre propriété et exploitation. Dans le cas de location, l'exploitation est limitée dans le temps par la durée du bail.

L'entreprise est l'unité de production de système capitaliste. Elle a pour finalité le profit. En peut définir l'entreprise agricole comme une unité de production technique et économique à l'intérieur de laquelle l'entrepreneur (l'agriculteur) combine les différents facteurs de la production (la terre, le capital, le travail) pour produire des biens (céréale, lait, viande, fruitetc) dans le but de les vendre de manière à retirer le plus grand profit possible. Mais d'après (Prévoist, BA, 2006), l'exploitation agricole moderne est une entreprise de production des biens agricole et/ou de services ruraux, intégrée dans un environnement naturel, social,

politique, économique et culturel donné, permettent à l'exploitation de rémunérer ses facteurs de production et de satisfaire ses exigences personnelles.

Donc l'exploitation est une unité économique, organisationnelle et juridique autour de la famille avec la mission de développer et de perpétuer le patrimoine familial en assurant la sécurité économique de cette cellule (Drouet, Boulet, & Seromie-Vivein, 2005).

Chaque exploitation agricole a sa spécificité propre, qui est déterminée par les disparités des niveaux des ressources et par les circonstances au plan familial. Le ménage, les ressources dont il dispose, ainsi que le flux de ces ressources et les interactions au sein d'une exploitation donnée constituent un système d'exploitation (Dixon, Gulliver, Gibbon, & Hall, 2001).

Définition de Système :

Aujourd'hui, il y a, appliqués à l'agriculture, beaucoup de concepts reposant sur celui de système : système de culture, système d'élevage, système de production, système d'exploitation, système d'agriculture. Ces termes sont-ils équivalents, concurrents ou complémentaires ? Ils sont par ailleurs aussi bien employés par les économistes et agronomes dans leurs disciplines, que dans le langage courant des agriculteurs et des conseillers. Les économistes ruraux ont depuis quelques années essayé de préciser ces termes. En 1958, MALASSIS souligne la difficulté pour les économistes ruraux de s'entendre entre eux et avec les agronomes. Pour le concept de système de production, par exemple. On peut trouver aujourd'hui trois catégories de définitions utilisées en Economie Rurale (Brossier, 1987).

Parmi les nombreuses définitions de système qui tendent vers le même sens, nous adapterons celle de (Bedu, et al., 1987). On appelle système un ensemble d'éléments liés entre eux par des relations lui conférant une certaine organisation pour remplir certain fonctions un système est donc une structure finalisée. D'après (Benoit, 1988); Un système est constitué d'éléments actifs (ou processeurs) jouant divers rôles, notamment ceux de stockage, de transport, de transformation. L'essentiel est que ces éléments sont liés entre eux par des relations, qui peuvent être des flux de matière, d'énergie et d'informations.

Système de production : (Farming Systems)

Un système de production regroupe l'ensemble des éléments matériels et immatériels qui sont nécessaires à la production de biens ou de services par une entreprise. Un système de production

d'une entreprise est un processus d'addition de valeur à des biens ou à des services qui répondent à des objectifs de quantité, de prix, de qualité et de délai.

D'après (Poitevin, 1957). Le système de production est la combinaison des facteurs de production et des productions dans l'exploitation agricole.

Mais d'après (Reboul, 1976). « Un système de production agricole est un mode de combinaison entre terre, forces et moyens de travail à des fins de production végétale et/ou animale, commun à un ensemble d'exploitations. Un système de production est caractérisé ici par la nature des productions, de la force de travail (qualification) et des moyens de travail mis en œuvre et par leurs proportions »

Un système de production est étroitement lié à la localité où il existe, il est déterminé sur la base de l'interaction entre les facteurs physico- chimiques, biologiques, technologiques, socio-économiques et de gestion en vue de satisfaire les objectifs spécifiques locaux (Nahal, 1998). Le système de production est l'ensemble structuré des facteurs de production combinés entre eux pour assurer une production végétale et/ou production animale en vue de satisfaire les objectifs de responsables de la production, en l'occurrence l'exploitation agricole et sa famille (Prévost, BA, 1999).

D'après (Cochet & Deveinne, 2006). Le terme de système de production indique que l'on s'intéresse à la fois à la structure, à l'organisation et au fonctionnement des exploitations agricoles : il s'agit de comprendre ce que font les agriculteurs, comment et pourquoi (comment combinent-ils plusieurs activités et pratiques agricoles au sein de leur exploitation, quelle est la rationalité de leurs pratiques, quelles sont les contraintes techniques et économiques auxquelles ils sont confrontés). Donc un système de production agricole est un mode de combinaison entre terre, forces et moyens de travail à des fins de production végétale et/ou animale, commun à un ensemble d'exploitations ».

Exploitation agricole :

Un premier type de définition se rapporte à l'exploitation agricole, il est centré sur la gestion (micro-économie). L'exploitation étant définie comme l'unité «dans laquelle l'agriculteur pratique un système de production en vue d'augmenter son profit (Poitevin, 1957).

D'après (Laurent & Rémy, 2000). Considérer l'exploitation agricole comme une entité en soi, susceptible d'être définie et examinée indépendamment de sa place dans les rapports fonciers, suppose un lent travail de prise de distance avec la réalité immédiate.

Selon (Gaudin, Jaffrès, & Réthoré, 2011). Une exploitation agricole était surtout un centre de décision. C'est un lieu où à tout instant le ou les agents économiques ayant la responsabilité de la marche de l'unité de production vont prendre des mesures pour faire fonctionner durablement l'ensemble. « L'art de prendre des décisions » concernant l'activité d'une entreprise c'est gérer, c'est faire de la gestion.

L'exploitation agricole est définie, au sens de la statistique agricole, comme une unité économique et de production répondant simultanément aux trois conditions suivantes :

- elle a une activité agricole
- elle atteint ou dépasse une certaine dimension (superficie, nombre d'animaux, production...).
- elle est soumise à une gestion courante indépendante

Système d'élevage :

Le concept de «système d'élevage» vise à rendre compte des interactions entre dimensions humaines et dimensions biotechniques de l'activité d'élevage.

D'après (Prévoist, BA, 1999). C'est le mode d'exploitation des ressources végétales d'un espace donné par des animaux dans des conditions compatibles avec les objectifs de l'agriculteur et avec les contraintes du milieu.

Pour (Lhoste , 2001). Un système d'élevage est l'ensemble des techniques et de pratiques mises en œuvre par une communauté pour exploiter, dans un espace donné des ressources végétales par des animaux, dans des conditions compatibles avec ses objectifs et avec les contraintes du milieu. Ou encore de façon plus concise et plus générale, "Un ensemble d'éléments en interaction dynamique organisés par l'homme en vue de valoriser des ressources par l'intermédiaire d'animaux domestiques (Fig. 1).

Depuis les années 80, le concept de «système d'élevage» a connu de nombreux développements. Ils ont visé d'une part à mieux comprendre et formaliser des ressorts, les logiques et les matérialisations concrètes de l'élevage vu comme une activité humaine, et

d'autre part à approfondir des connaissances sur le fonctionnement dynamique de l'animal et du troupeau dans des situations réelles qui sont souvent éloignées d'une gestion individuelle à l'optimum. Parallèlement, les questions vives touchant l'élevage ont profondément évolué : de produire plus pour nourrir le pays et pour assurer la rentabilité de l'activité, on est passé à des questionnements sur produire pour un développement durable des territoires (Dedieu, Faverdin, Dourmad, & Gibon, 2008).

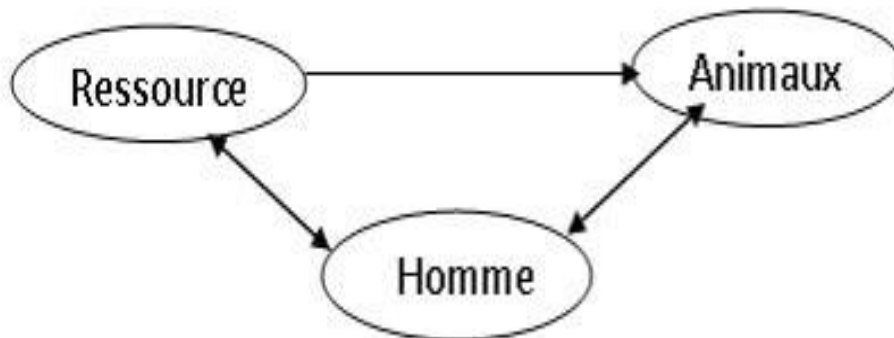


Figure 1. Représentation simplifiée du système d'élevage (Landias, 1992).

Système de culture :

C'est GASPAFUN (Professeur à l'INA) qui aurait utilisé le premier, dans ses écrits, le terme de « système de culture » (GASPARIN, 1845).

Correspond, à un ensemble de parcelles cultivées de façon homogène et se définit par la nature des cultures et leur ordre de succession et l'itinéraire technique mis en œuvre c'est-à-dire la combinaison logique et ordonnée de différentes techniques appliquées à une culture en vue d'atteindre un objectif donné de rendement (Prévost, BA, 1999).

Car pour (Sebillotte, 1989) ce concept agronomique, s'applique à l'échelle de la parcelle ou du groupe de parcelles traitées de manière homogène, c'est-à-dire caractérisées par une succession de cultures et des associations éventuelles de cultures, et par l'ensemble des techniques qui leur sont appliquées suivant un ordonnancement précis.

Selon (Sebillotte, 1990). Un système de culture est l'ensemble des modalités techniques mises en œuvre sur des parcelles cultivées de manière identique. Chaque système se définit par :

- La nature des cultures et leur ordre de succession,
- Les itinéraires techniques appliqués à ces différentes cultures, ce qui inclut le choix des variétés. »

Cependant de d'autre vue sont données. Un système de culture se définit pour une surface de terrain traitée de façon homogène, par les cultures pratiquées, leur ordre de succession et les itinéraires techniques (combinaison logique et ordonnée des techniques culturales) mis en œuvre (Fig. 2) (Jouve , 2003).

Dans un système de culture donné, toutes les cultures n'ont pas la même importance. Il existe en effet, une culture noble qui constitue une véritable référence. Selon ces auteurs, cette culture qui est la base d'un système donné se caractérise par les éléments suivants (Camara, 1989).

Le système de culture comme est « le choix que fait l'homme des procédés par lesquels il exploite la nature, soit en la laissant agir, soit en la dirigeant avec plus ou moins d'intensité en différents sens; c'est l'ensemble des opérations agricoles qui constituent une exploitation, et la nature des moyens physiques et mécaniques que nous mettons en usage, soit pour faire croître, soit pour récolter et utiliser des végétaux ». Cette définition lui permet de classer les différents systèmes de culture en fonction d'une artificialisation croissante, depuis le système forestier jusqu'aux systèmes qui emploient des moyens physiques et chimiques autres que ceux de la nature (Papy, 2008).

Agriculture durable :

L'agriculture durable est une philosophie fondue sur des buts humains et sur la compréhension de l'impact, à long terme, de nos activités sur l'environnement. Cette philosophie, si nous l'acceptons et l'appliquons, pourra nous guider à utiliser notre savoir traditionnel de l'agriculture tout en l'enrichissant par les dernières découvertes scientifiques et techniques en vue de créer des systèmes agraires équitables, intégrés et respectueux de l'environnement (Nahal, 1998).

L'agriculture durable applique les principes du développement durable à la production agricole. Ainsi, pour reprendre la définition du développement durable proposée dans le rapport Our Common Future (Notre avenir à tous communément appelé rapport Brundtland) réalisé par l'ONU en 1987, l'agriculture durable a pour objectif de «répondre aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs» (Fig. 2) (Landais, 1998).

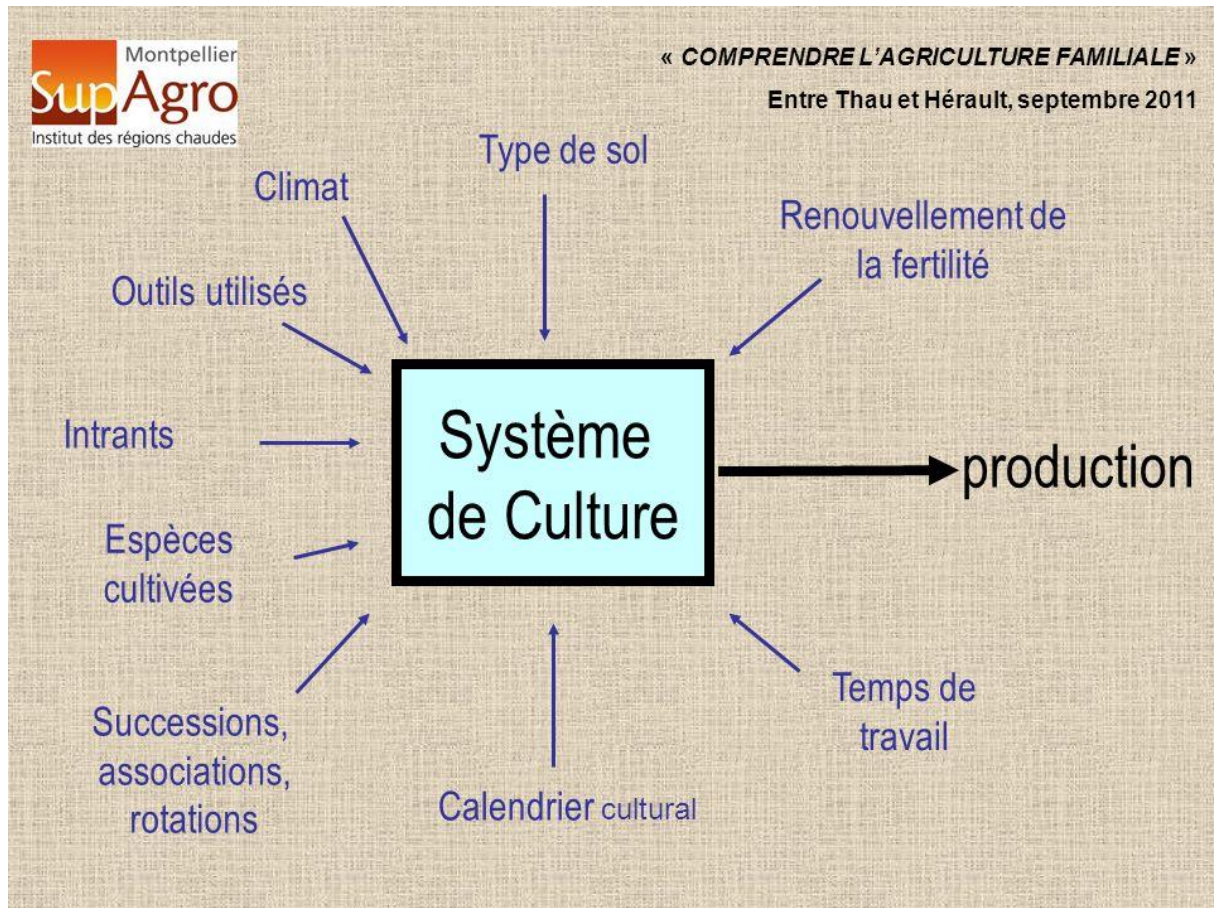


Figure 2. Schémas explicatif d'un système de culture (Landais, 1998)

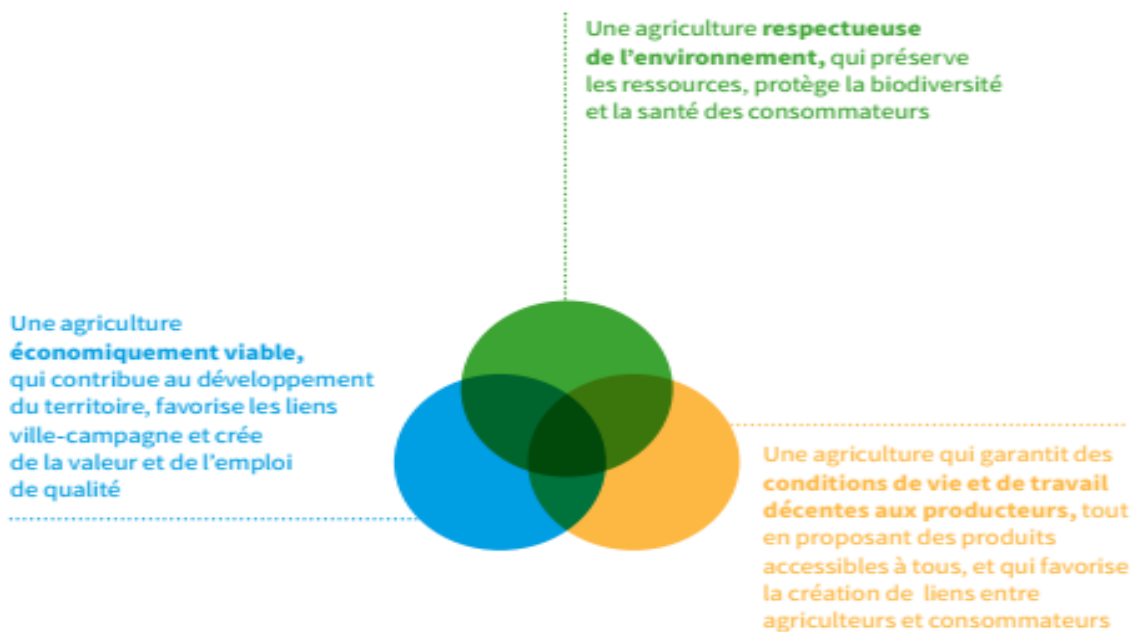


Figure 3. L'agriculture durable repose sur les trois piliers de développement durable (Nahal, 1998).

Si la réduction des coûts écologiques et la résorption des atteintes au milieu biophysique sont prioritaires dans la confection des projets, l'étape suivante consiste à tenter de valoriser les énergies renouvelables auxiliaires et les fonctions multiples de l'espace rural qui permettent toujours un gain qualitatif en termes de durabilité économique, écologique et sociale (Briel & Vilain, 1999).

Agrosystème :

Les agrosystèmes (terres cultivées) sont des systèmes artificiels créés par l'homme depuis l'invention de l'agriculture, il y a déjà 10 000 ans, en vue de la satisfaction de ses besoins en produits alimentaires et autres produits de la terre. La gestion rationnelle de ces agrosystèmes pour une production durable implique que leur fonctionnement se rapproche autant que possible de celui des écosystèmes naturels et ceci par :

- L'augmentation de diversité végétale et animale dans la ferme et dans la région.
- L'application de lutte biologique ou intégrée contre les pestes.
- L'utilisation des différents déchets organiques pour l'enrichissement du sol.
- L'utilisation des cultures adaptées aux conditions écologiques locales dans une rotation équilibrée renfermant de préférence une culture légumineuse.
- L'utilisation de procédés adéquats pour lutter contre l'érosion éolienne et hydrique des sols (Nahal, 1998).

Un agrosystème est avant tout un système. C'est-à-dire un ensemble d'éléments liés entre eux par des interactions. On peut appliquer la notion d'agrosystème à une parcelle agricole ou à une exploitation agricole complète. Comme pour un écosystème spontané (ne subissant pas les interventions humaines) (Rebulard, 2020).

Un agrosystème est un écosystème particulier, créé par l'être humain et exploité pour obtenir de la biomasse utilisée à des fins alimentaires (exemple : céréales comme le blé), industrielles (exemple : coton pour les vêtements), énergétiques (exemple : colza pour les agrocarburants) ou pharmaceutique. Comme tout écosystème, un agrosystème se compose d'un milieu délimité dans l'espace et de l'ensemble des êtres vivants qui y sont présents et qui interagissent entre eux et avec le milieu. La biomasse est l'ensemble de masse des êtres vivants contenue dans un écosystème ou un agrosystème. Au cours du temps, l'être humain a transformé les

écosystèmes naturels en des systèmes destinés à des usages agricoles, qui présentent généralement une plus faible biodiversité que les écosystèmes naturels (ASP, 2022).

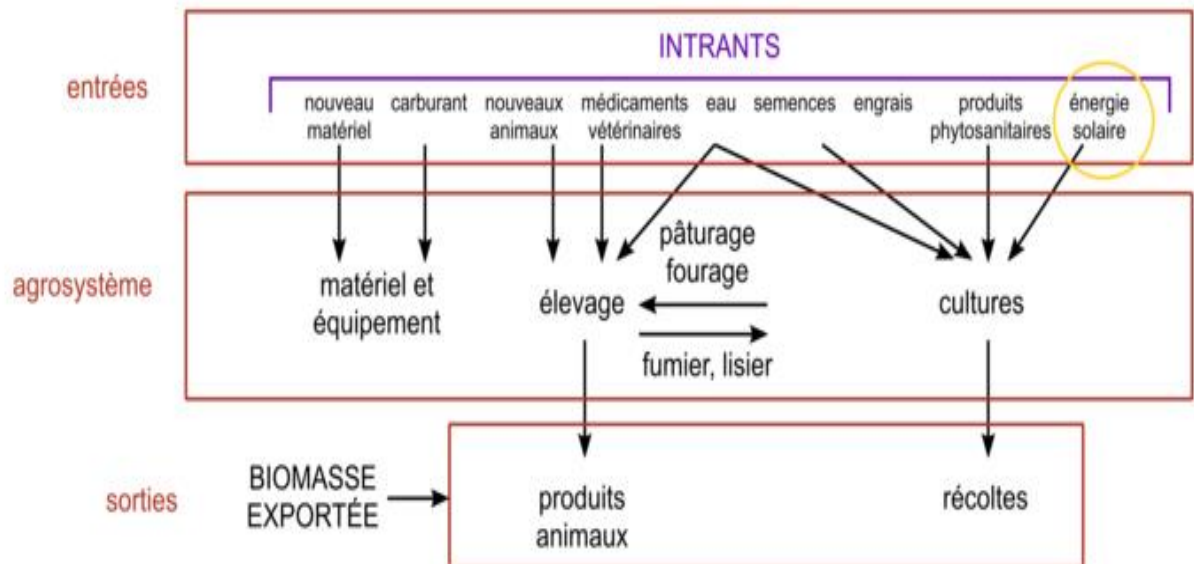


Figure 4. Schémas explicatif de fonctionnement des agrosystèmes (ASP, 2022).

Oasis :

Ainsi ce terme d'oasis renvoie d'avantage à des perceptions Européenne qu'à une terminologie locale propre, les confusions sémantiques sont nombreuses. Notamment entre oasis et palmeraie, la seconde constituant un élément de la première (Kouzmine Y. , 2012).

L'oasis est considérée comme un lieu habité isolé dans un environnement aride ou plus généralement hostile dont la localisation est liée à la possibilité d'exploiter une ressource notamment l'eau pour la pratique de l'agriculture irriguée (Kouzmine Y. , 2007).

Une oasis est l'association d'une agglomération humaine et d'une zone cultivée (souvent une palmeraie) en milieu désertique ou semi-désertique. Une palmeraie d'oasis est un espace fortement anthropisé et irrigué qui supporte une agriculture classiquement intensive et en polyculture (Battesti, 1998).



Figure 5. Exemple d'un Oasis : Oasis des montagnes et Oasis d'Erg

Chapitre I: Système intensif

La Révolution verte a permis d'accroître de manière substantielle la production alimentaire et de renforcer la sécurité alimentaire dans le monde. Mais dans de nombreux pays, l'agriculture intensive a épuisé les ressources naturelles, compromettant sa productivité future. Pour faire face à la demande dans les 40 prochaines années, les agriculteurs des pays en développement devront produire deux fois plus, une gageure quand on sait qu'ils seront confrontés aux effets combinés des changements climatiques et de la concurrence accrue pour l'accès à la terre, à l'eau et à l'énergie. Le présent ouvrage présente un nouveau modèle : l'intensification durable des cultures, qui permet d'accroître la production sur une même superficie tout en préservant les ressources, en réduisant l'impact négatif sur l'environnement et en améliorant le capital naturel et le flux des services environnementaux (FAO, 2011).

Face à la raréfaction des terres cultivables, la pratique de l'agriculture intensive se présente comme la solution appropriée pour résorber la crise alimentaire qui secoue le monde. Cette technique culturale permet d'obtenir un rendement impressionnant sur une petite surface champêtre. Ce système de production est présenté comme la clé pour les pays en voie de développement désireux d'assurer leur autosuffisance alimentaire et accroître leurs produits d'exportation.

L'agriculture intensive se conçoit par opposition à l'agriculture extensive. Elle se définit comme un système de production agricole favorisant la concentration des moyens ou facteurs de production sur une petite superficie, en vue d'accroître le rendement ou la productivité des cultures. L'intensification peut être appliquée tant à l'agriculture moderne qu'à l'agriculture traditionnelle.

« Pour nourrir une population mondiale, en pleine expansion, nous n'avons pas d'autre choix que d'intensifier les cultures. Mais les agriculteurs sont confrontés à des contraintes sans précédent. Il leur faudra donc apprendre à produire plus avec moins. »

FAO, 2011

I.1 Caractéristiques

La notion d'intensification n'a de sens que rapportée à un facteur de production. Un facteur est exploité de façon intensive lorsqu'on combine à une quantité donnée de ce facteur des doses importantes d'autres facteurs. Cette notion est étroitement liée à celle de productivité (Tirel, 1987).

Intensif et intensification sont souvent utilisés en agriculture, ces mots ne renvoient pas à une seule mais à deux questions différentes, reliées entre elles. Il en résulte de nombreux imbroglios qu'il convient de clarifier. Ces notions sont définies en agriculture en référence à l'usage que l'on fait de la terre, facteur de production non reproductible et le plus souvent disponible en quantité limitée (Brossier, 1987).

L'agriculture intensive est caractérisée par l'utilisation massive d'intrants (produits, matériels). Elle repose sur une mécanisation poussée et l'usage d'engrais chimiques, de pesticides, fongicides et herbicides... afin de maximiser la production. Ce mode de production assure un rendement des cultures important, ce qui permet de nourrir une population mondiale toujours plus nombreuse ; mais il met en péril la biodiversité et la santé humaine. Les eaux polluées par les substances chimiques et organiques utilisées dans l'agriculture intensive s'infiltrant dans le sol, ruissellent, pour atteindre les nappes phréatiques, les cours d'eau souterrains et les rivières avoisinantes. Donc l'agriculture intensive contribue à la désertification des sols.

Les haies, les petits bois, les talus, les prairies sont détruites pour favoriser la plus grande surface agricole possible : mais ils contiennent une riche et essentielle biodiversité, et leur éradication est également responsable de fortes inondations, car les barrières naturelles au ruissellement des eaux n'existent plus de plus, les besoins de plus en plus importants en surface agricole contribuent à la déforestation.

L'accroissement de la production agricole dépend étroitement des techniques culturales mises en œuvre. L'agriculture intensive nécessite la mise en place de cultures à haut rendement, le recours accru à la mécanisation, à l'irrigation et surtout aux intrants chimiques (engrais, produits phytosanitaires) en tant que catalyseurs de la productivité. L'agriculture intensive se pratique, de plus en plus, par le recours à des techniques culturales telles que la culture sous serre ou la culture hors-sol.

L'agriculture intensive est une agriculture qui utilise davantage de facteurs de production par unité de surface. Plus une agriculture est intensive, plus la production par hectare est élevée (Bonny, Coudel, Devautour, Soulard, & Hunert, 2010).

L'intensité définie par un rapport produit-facteur, en particulier produit-terre, ne se différencie pas de la notion de productivité partielle. L'intensification ferait alors référence à la croissance d'une productivité partielle, son explication renvoyant aux combinaisons techniques mises en œuvre et au progrès technique (Fig. 6) (François, 1986).

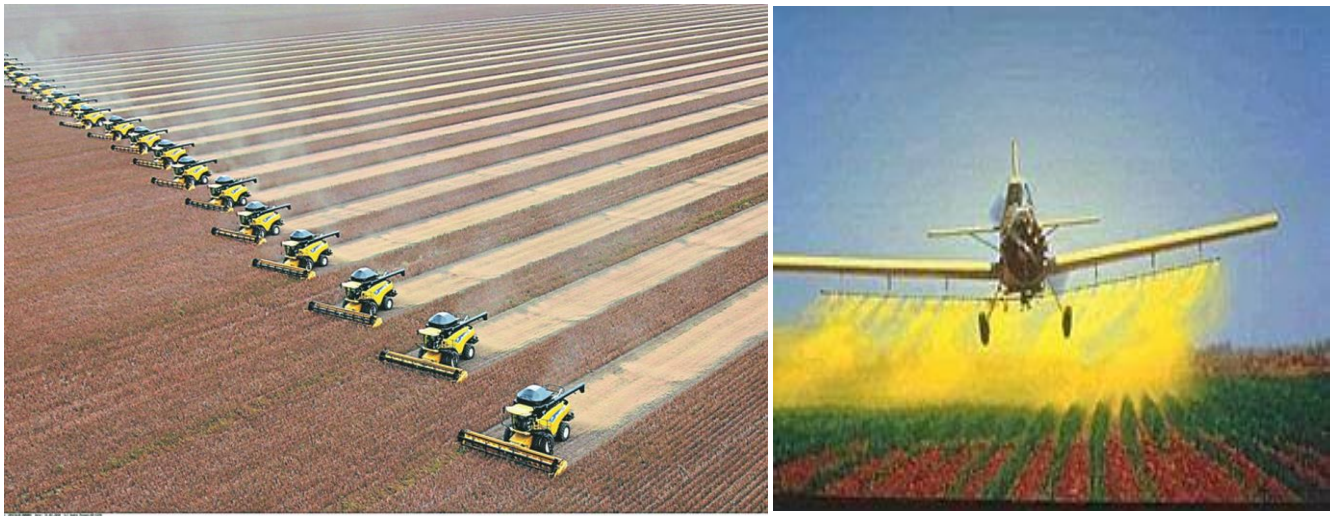


Figure 6. Photos présentatif d'une agriculture intensive

I.2 Les avantages

Ce que nous connaissons sous le nom d'agriculture intensive trouve son origine dans les années 1980, lorsque la production agricole mondiale a connu une augmentation significative dans le cadre de ce que l'on appelle la révolution verte (Papy, 1998). Pour nourrir une population mondiale, en pleine expansion, nous n'avons pas d'autre choix que d'intensifier les cultures (FAO, 2011).

La pratique de l'agriculture intensive est avantageuse à plusieurs niveaux.

I.2.1 Sur le plan agronomique

La révolution verte a permis d'accroître de manière substantielle la production alimentaire et de renforcer la sécurité alimentaire dans le monde. Pour faire face à la demande dans les 40 prochaines années, les agriculteurs des pays en développement devront produire deux fois plus,

une gageure quand on sait qu'ils seront confrontés aux effets combinés des changements climatiques et de la concurrence accrue pour l'accès à la terre, à l'eau et à l'énergie (FAO, 2011).

L'agriculture intensive permet d'augmenter considérablement la production agricole aussi bien en quantité qu'en qualité. C'est ainsi qu'en France, elle a accru de manière très significative la productivité agricole passant de 2 à 10 tonnes par hectare. Elle peut permettre de produire des quantités de produits alimentaires suffisants pour lutter contre la faim dans le monde (Prévost, Prévost, & Prévost, 2016).

L'intensification de l'agriculture au XXe siècle a permis aux pays développés de satisfaire leurs besoins alimentaires par une simplification des systèmes et une homogénéisation des pratiques. Ce modèle de développement a largement contribué à l'augmentation des volumes de production par unité de surface et d'emploi, et dans une moindre mesure par unité de capital et de consommation intermédiaire (Ghali, Daniel, Colson, & Sorin, 2014).

L'apport important de fertilisants que nécessite l'agriculture intensive peut éviter la perte de la fertilité naturelle du sol (Fig. 7).

I.2.2 Sur le plan écologique

En induisant la réduction des surfaces cultivées et la libération des terres, l'agriculture intensive est source d'augmentation significative du couvert végétal d'une région ou d'un pays et surtout de reconstitution de l'écosystème (Page, 2014).

Un nouveau concept d'Agriculture Ecologiquement Intensive (AEI) est apparu comme un concept susceptible de répondre à ce double défi. Ce concept, il discute la pertinence des notions d'intensification écologique et de productivité des ressources naturelles à l'échelle de l'exploitation. Il présente l'analyse de l'efficacité productive des exploitations comme un cadre méthodologique pour l'évaluation de la démarche AEI (Ghali, Daniel, Colson, & Sorin, 2014).

Selon (Goulet , 2012), le principe de base de l'AEI est l'intensification écologique qui est l'obtention d'un rendement plus élevé par unité de biosphère pour un ensemble d'objectifs de viabilité recherchés. Ainsi, l'AEI peut être appréhendée comme un système de production caractérisé par un ensemble de techniques et de technologies ayant pour objectif d'intensifier les fonctions d'un écosystème de production, permettant de maximiser la production agricole et les aménités environnementales, de réduire les externalités négatives et d'améliorer la gestion des ressources naturelles.

I.2.3 Sur le plan économique

Ces politiques d'intensification consistent à encourager l'écoulement des produits, à assurer des prix avantageux et relativement stables ainsi qu'à favoriser l'acquisition de nouveaux moyens de production. Cela permet au producteur d'améliorer ses revenus car cette technique accroît sensiblement le rendement. Réduire la main d'œuvre nécessaire au travail agricole est un autre avantage économique pour le producteur (Bairoch, 1989).

I.3 Les inconvénients

Depuis ses débuts au Néolithique, l'expansion de l'agriculture s'est accompagnée d'innovations techniques qui ont progressivement augmenté les rendements agricoles et permis la croissance de la population humaine mondiale au fil des siècles, semblant repousser indéfiniment les limites de productivité des agrosystèmes et de la biosphère. Où en est aujourd'hui cette dynamique ? Peut-on prendre la mesure des impacts de l'agriculture sur la biodiversité et le fonctionnement des (socio-) écosystèmes, à l'échelle mondiale ? (Teysedre, 2022).

Malgré les succès de l'agriculture intensive a été progressivement confrontée à des problèmes écologiques, économiques, sociaux et éthiques (Kiley-Worthington, 1981). Elle doit aujourd'hui, relever des défis pouvant apparaître opposés ; protéger l'environnement et produire plus pour satisfaire l'accroissement de la demande. Ainsi, l'agriculture doit opérer une mutation, basée sur des nouvelles technologies et pratiques fondées sur une agronomie et une écologie scientifique où les agriculteurs doivent gérer la production et les écosystèmes (Pretty, 2008).

En Effet l'agriculture intensive est l'objet de critiques parce qu'elle pose souvent des problèmes d'ordres écologiques, sanitaire en raison du recours aux intrants d'origine chimique. Mais cette difficulté peut être résolue par le recours aux herbicides, pesticides et engrais naturels (Biologique) plus protecteurs de l'environnement (Ghali, Daniel, Colson, & Sorin, 2014).

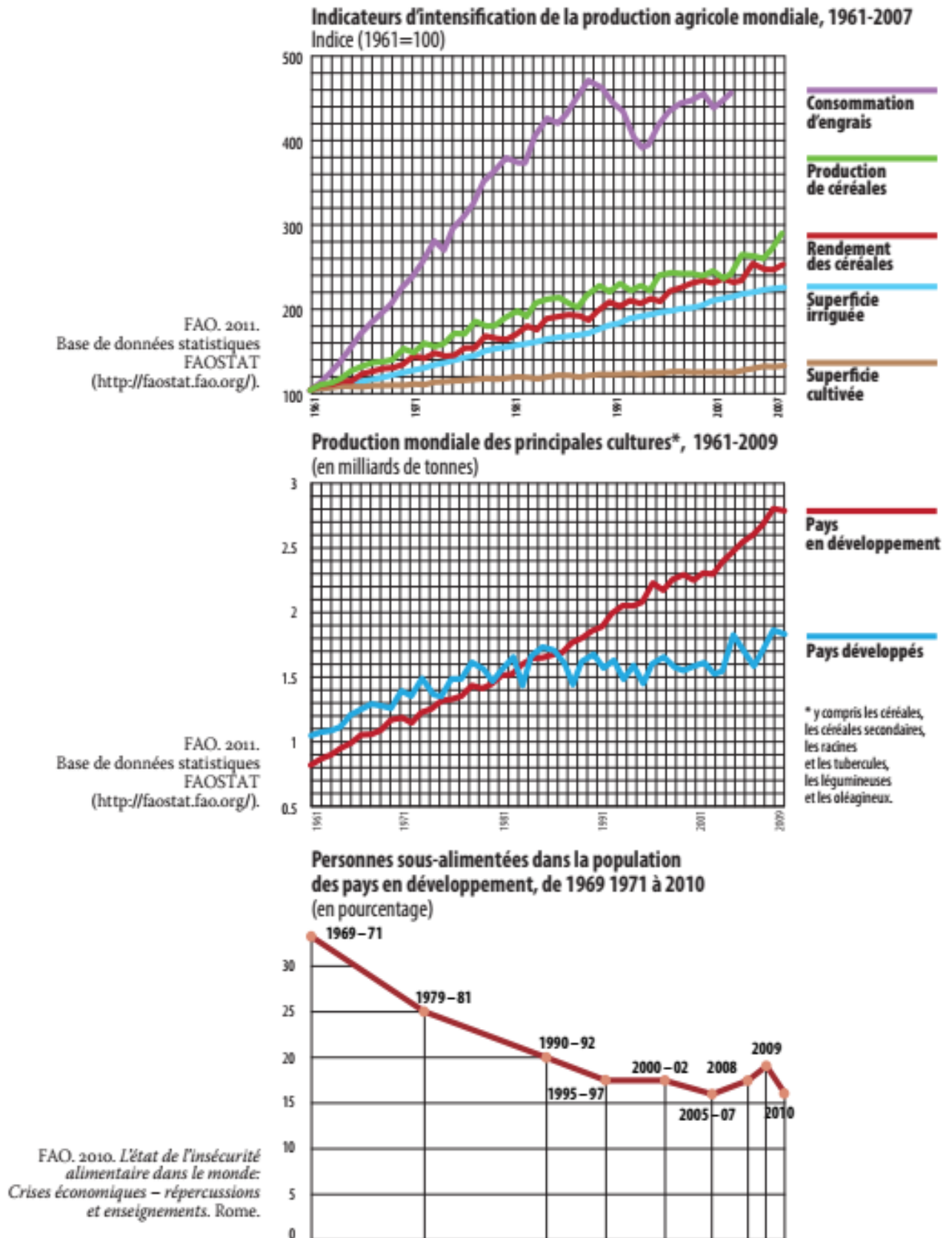


Figure 7. Statistique de l'évolution de production agricole mondiale (FAO, 2011).

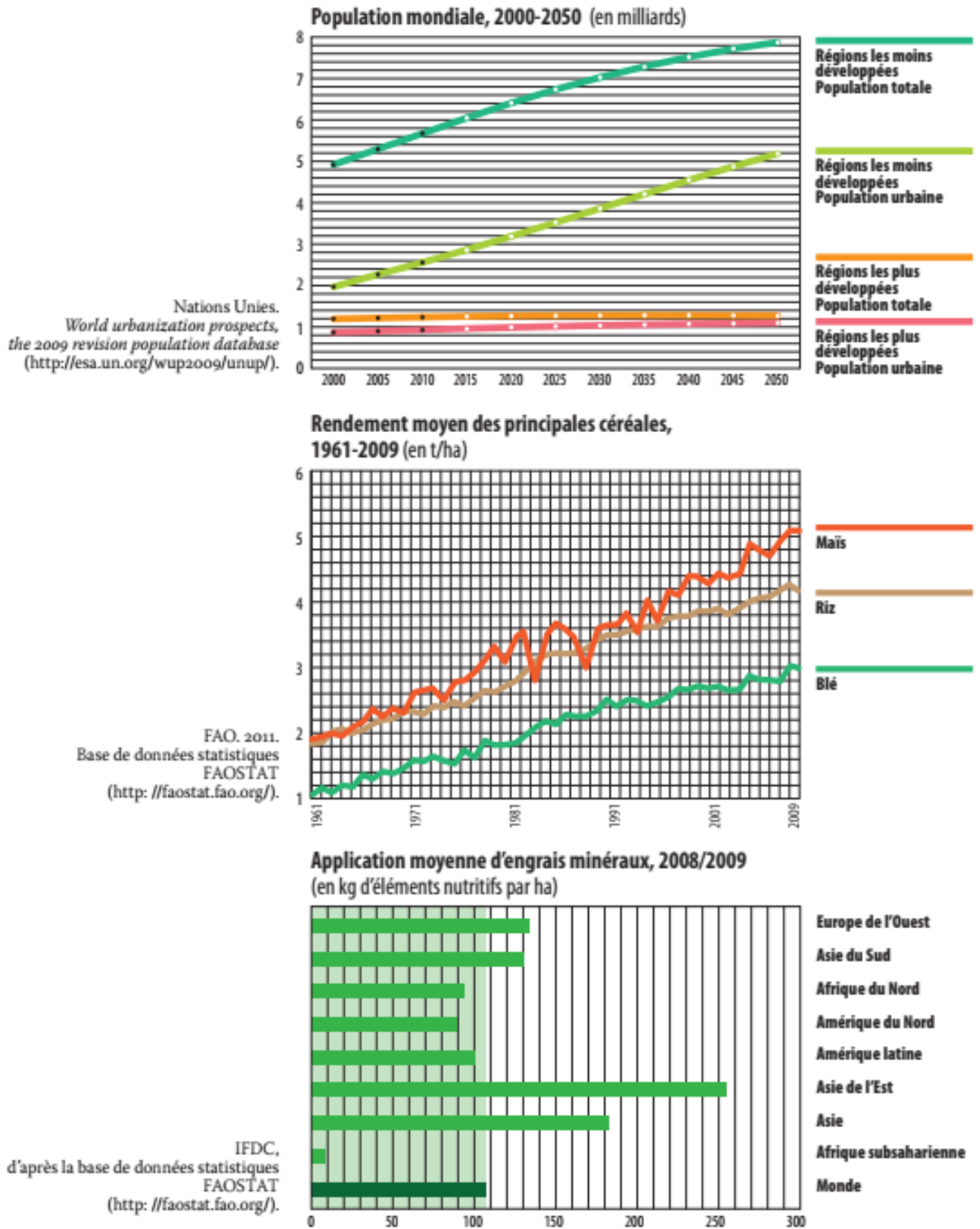


Figure 8. Présentation de la production mondiale des céréales avec utilisation des engrais (FAO, 2011).

I.3.1 Conséquences sur l'environnement

Intrants chimiques :

- Les pesticides sont utilisés depuis les années 1940-50, et leurs effets secondaires négatifs sont rapidement détectés. S'ils permettent de détruire les insectes, rongeurs, mauvaises herbes ou champignons qui peuvent se révéler indésirables pour l'agriculture, ils provoquent d'autre part des pollutions graves de l'environnement, qui ont des conséquences sur la santé humaine. Les pesticides se disséminent dans l'atmosphère lorsqu'ils sont appliqués, ou parce qu'ils s'envolent lorsqu'ils sont répandus. Ils retombent avec la pluie dans la terre, les plans d'eau, les rivières et sont drainés par les ruissellements et les infiltrations jusque dans les nappes phréatiques et les cours d'eaux souterraines. Une pollution diffuse des cours d'eau, eaux souterraines et zones littorales existe aujourd'hui : il devient difficile voire impossible d'assainir, et de rendre consommable pour l'homme (Vedura, 2022).
- Les engrais chimiques permettent d'obtenir un plus grand rendement agricole, mais sont responsables d'une pollution massive des sols et de l'eau. Les nitrates et phosphates notamment, présents dans les engrais chimiques, atteignent les cours d'eau et nappes phréatiques par infiltration. Les phosphates provoquent l'eutrophisation de l'eau, c'est-à-dire un excès de nutriments, se traduisant par une croissance excessive des algues et une diminution de l'oxygène, ce qui modifie massivement l'écosystème en place, détruisant la biodiversité et favorisant la croissance d'espèces nuisibles. Les engrais azotés riches en nitrates très solubles dans l'eau sont la cause majeure de la pollution des réserves d'eau potable de la planète. L'eau nécessite des traitements pour être consommée, et cette pollution est responsable du problème majeur d'accès à l'eau potable (Vedura, 2023).
- L'utilisation des pesticides de synthèse peut entraîner des impacts sur la faune et la flore : **Directs** ; disparition d'animaux (faune) par ingestion directe du produit (exemple des oiseaux qui peuvent ingérer les grains enrobés du produit). **Indirect** ; ressources vitales polluées – eau ou nourriture, disparitions d'espèces entraînant une réduction des réserves en nourriture d'autres espèces, ingestion d'aliments eux-mêmes contaminés etc (Rouja, 2017). De nombreuses études mettent en évidence la réduction de l'abondance de certaines populations, voire la disparition totale de certaines espèces. Les amphibiens sont considérés comme particulièrement sensibles à de nombreux pesticides (Alford , et al., 2006).

- Les agriculteurs en générale ont connu une hausse moyenne des prix d'intrants de plus 14,4%, dans ces dernières années. Cependant, une augmentation de 1 € du prix de l'unité d'azote (sans modifier les pratiques et les rendements moyens) entraîne, pour les céréales à paille, une augmentation du coût à la tonne de 23 à 26 €, jusqu'à 35 € pour un blé dur. Pour le maïs, l'augmentation de 1 €/kg N entraînera une augmentation moyenne entre 19 et 23 €/t. Rappelons que le prix d'une unité d'azote sur les campagnes 2018 -2021 toutes formes confondues était environ de 0,8 €. Sur la campagne de récolte 2022, il a évolué entre 1,3 et 2,9 €/kg N (AIV, 2022).
- Augmentation du phénomène de résistance chez les bioagresseurs ; correspond à un phénomène de sélection conduisant au fil du temps à une augmentation de la fréquence d'agents pathogènes ou de ravageurs (les bioagresseurs) résistants à une ou plusieurs matières actives utilisées pour leur contrôle. Lorsque les pesticides sont appliqués, la sélection procède ensuite de la manière suivante : les individus porteurs des gènes de résistance ont une plus forte probabilité de survivre, de se reproduire et donc de transmettre leurs gènes à la génération suivante. Au fil des traitements et des générations, les gènes de résistance vont ainsi augmenter en fréquence avec, pour corollaire, de plus en plus d'individus résistants dans les populations de bioagresseurs que l'on tente de contrôler (Bourguet, et al., 2013).

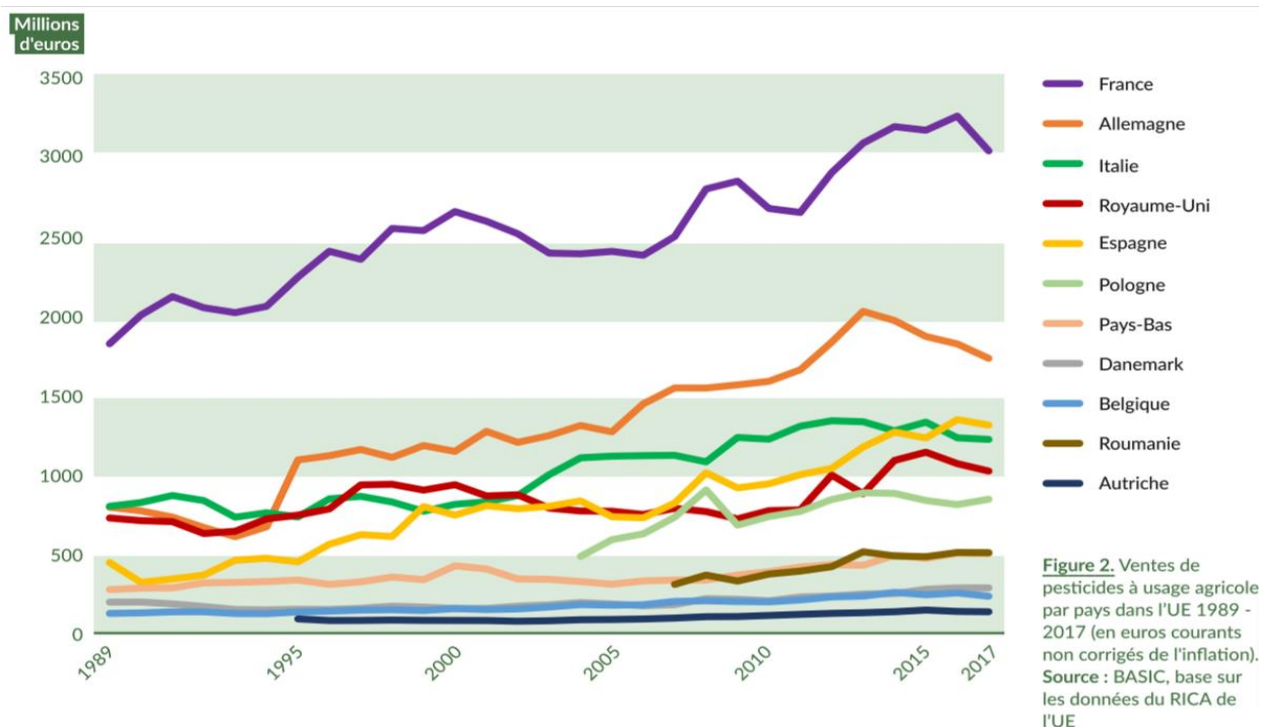


Figure 9. Présentation d'évolution des coûts des pesticides agricoles utilisés en Europe (FAO & ONUDI, 2008)

Mécanisation poussée et mise en place de grandes surfaces :

L'utilisation des machines présente également des effets négatifs. Sur le plan social, la population active a été remplacée par la machine. Aux Etats-Unis, 2 % de population active seulement se consacrent à l'agriculture contre 161 048 950 de la population active en 2015. Outre l'arrivée de la machine agricole a renforcé l'exode rural vers les grandes villes. L'utilisation de la machine demande beaucoup d'investissement ; l'achat des matériels, des engrais,... La culture artificielle peut porter atteinte aux risques environnementaux et à la santé humaine, à cause de ses techniques dits « intensive » utilisant les divers produits chimiques (pesticide, engrais chimiques...) (FAO & ONUDI, 2008).



Figure 10. Photos présentatif de mécanisation avancée de l'agriculture

Monocultures et simplification des méthodes culturales :

La monoculture est une pratique répandue dans de nombreuses exploitations agricoles. À l'heure où la demande d'aliments à bas prix augmente, il est logique de penser qu'un système de plantations permettant d'obtenir de grandes quantités d'aliments à bas prix est l'option idéale, mais la réalité est que la monoculture est loin d'être une pratique si bonne que ça (Acosta , 2016).

- Elle épuise et dégrade les sols. En effet, la culture répétée d'une seule et même espèce végétale épuise littéralement les sols car elle pompe tous les nutriments dont elle a besoin pour croître. Elle érode donc les sols à long terme et la terre a besoin de fertilisants chimiques.
- Un autre inconvénient de la monoculture est que, comme sur de grandes espaces se trouve qu'une seule et même espèce végétale, les fléaux et maladies peuvent se propager rapidement et provoquer de très lourdes pertes. En plus, l'utilisation réitérée des mêmes produits chimiques pour les combattre peut finir par faire apparaître des parasites et des maladies qui y résistent, ce qui accroît la dépendance aux produits chimiques. Cette dépendance a des effets sur le produit en question qui finit par être très chimique.
- La monoculture détruit également la diversité biologique de la zone car elle provoque la disparition de nombreux microorganismes essentiels à la bonne santé des sols et pour la protection des menaces qui pèsent sur eux. Découvrez dans l'article suivant les causes et les conséquences de la perte de biodiversité.



Figure 11. Présentation de quelques types de la monoculture

Irrigation :

- L'irrigation a un effet sur la dégradation de la qualité des sols qui peut être physique, chimique et/ou biologique, peut affecter sérieusement la durabilité de production de ce système intensif d'exploitation des sols. Utilisation importante d'eau et épuisement des nappes phréatiques (Oussible & Bourarach, 2009).

- Epuisement des ressources en eau, ou une augmentation prévue des prélèvements d'eau pour l'irrigation pour la période 1999-2030. Une augmentation est attendue dans toutes les régions, et plus particulièrement en Asie du Sud, mais la région de l'Afrique subsaharienne devrait maintenir ses très faibles niveaux de prélèvement d'eau pour l'irrigation (Fig. 12) (FAO, 2004).

Le recours à l'agriculture intensive apparaît cependant indispensable, notamment afin de contribuer à la résolution de la **crise alimentaire mondiale** qui sévit depuis 2007.

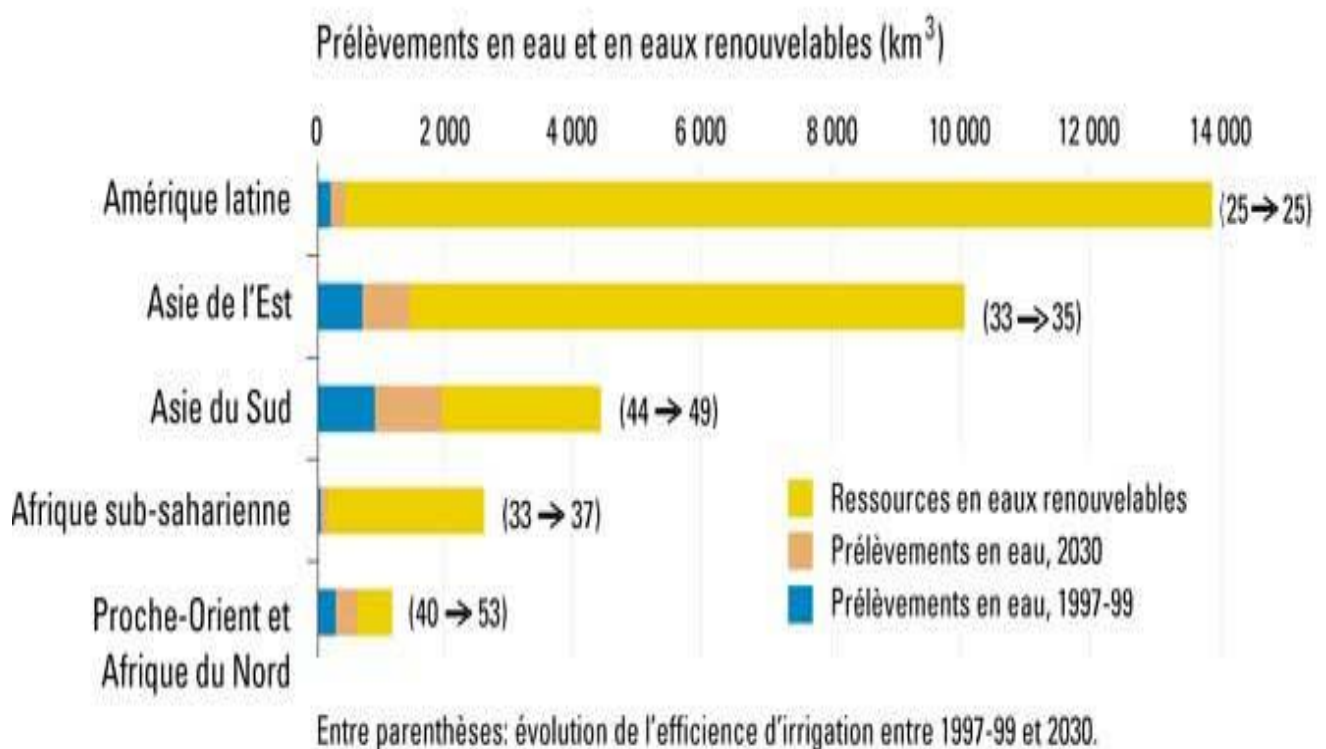


Figure 12. L'irrigation et ressources en eau prélèvement 1999 et 2030 (FAO, 2004)

I.3.2 Conséquences sur la santé

Malgré l'existence des programmes d'assainissement agricole, diverses études, majoritairement gouvernementales, font le constat que la contamination des eaux de surface et souterraines par les nitrates s'accroît dans les régions d'agriculture intensive. En ce qui concerne les eaux de surface, les dernières données révèlent que les concentrations de nitrates sont généralement stables ou à la hausse dans les cours d'eau. Les rivières affichant une tendance à la hausse sont celles des bassins fortement agricoles. Une augmentation de la contamination des eaux

souterraines par les nitrates a également été observée (Chartrand, et al., 1999). Cette contamination des eaux souterraines préoccupe de plus en plus les intervenants en santé publique puisqu'elle semble fréquente dans les zones agricoles et qu'elle ne fait l'objet d'aucun suivi obligatoire. En effet, il existe des limites à ne pas dépasser pour la qualité de l'eau potable mais aucun contrôle réglementaire n'est effectué pour vérifier la qualité de l'eau dans les puits privés puisque ceux-ci demeurent sous la responsabilité de chaque propriétaire. Il est largement reconnu que la principale source de contamination par les nitrates est l'utilisation massive des engrais en agriculture, suivie des déjections animales et humaines (Benoit, 1988).

Un suivi et une réduction significative de la contamination des eaux par les nitrates sont nécessaires en raison de ses effets néfastes sur la santé humaine. En effet, l'ingestion d'aliments ou d'eau contaminés par les nitrates peut entraîner la méthémoglobinémie et est soupçonnée de provoquer certaines formes de cancer. L'oxydation du fer de l'hémoglobine par les nitrites entraîne la formation de méthémoglobine, un composé incapable de fixer l'oxygène (Laferrière, Jean-Jacques, Jacques, & Pierre, 1995). Selon le pourcentage de méthémoglobine formé, cette pathologie peut entraîner divers problèmes respiratoires tels qu'une cyanose, une céphalée ou un coma (Laferrière, Jean-Jacques, Jacques, & Pierre, 1995). Aux États-Unis, certains cas de mortalités infantiles causés par la méthémoglobinémie ont été identifiés principalement dans les familles de fermiers. Les concentrations en nitrates de la source d'eau potable de ces fermes dépassaient la limite permise par l'Environmental Protection Agency (EPA) qui est de 10 mg-N/L. Les groupes à risque sont les femmes enceintes et les nourrissons de moins de trois mois (Bisson & Gaudreau, 1992).

Les pratiques irréfléchies d'épandage d'engrais et les déjections animales contribuent à augmenter les risques pour la santé humaine reliés à la consommation d'eau et les coûts pour la rendre potable. En effet, elles occasionnent une hausse des matières organiques et des micro-organismes pathogènes dans les cours d'eau. Il devient donc nécessaire pour les consommateurs d'utiliser des traitements d'eau potable toujours plus sophistiqués et coûteux pour les éliminer. Toutefois, la plupart de ces traitements, des moins au plus sophistiqués, créent des sous-produits qui sont eux-mêmes potentiellement néfastes à long terme pour l'humain, c'est-à-dire qu'ils sont potentiellement cancérigènes (Gareau, Garipey, Gingras, & Rasmussen, 1999).

Ce constat nous invite à recommander que soient mises en œuvre des mesures préventives visant à réduire et à éliminer la contamination des sources d'eau par les nitrates, et ce, par l'application de plans de fertilisation écologique et par la mise en application sérieuse des règlements sur la protection des sources d'eau (Fig. 13).

Tandis que, le phosphore est le principal élément stimulant la croissance du phytoplancton et des plantes aquatiques en eau douce. Les apports en phosphore constituent donc la cause directe de l'eutrophisation des cours d'eau, c'est-à-dire de la croissance excessive de plantes aquatiques qui peut mener à un déficit en oxygène nuisible aux autres espèces (Painchaud, 1997). Ce déficit en oxygène peut causer la mortalité de plusieurs espèces animales et végétales. L'utilisation de grandes quantités de phosphore sous forme de fumiers et d'engrais minéraux entraîne à long terme la saturation des sols et provoque l'enrichissement des eaux de surface des bassins agricoles. En période de pluie, l'épandage de lisiers amène une charge encore plus importante de phosphore par ruissellement vers les cours d'eau (Gangbazo, Couillard, Pesant, & Clu, 1993).

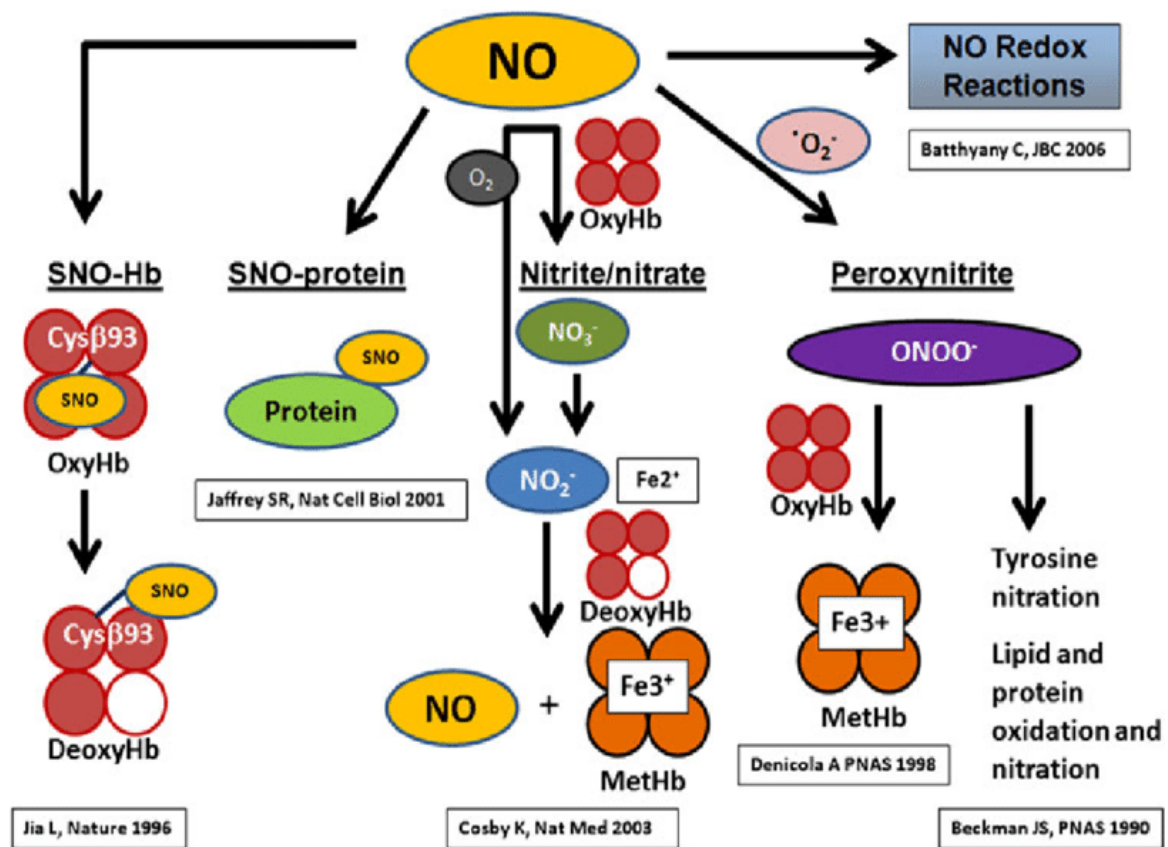


Figure 13. Schémas d'influence de nitrate sur la santé humain (Painchaud, 1997).

Les pesticides

Le terme pesticide est souvent confondu avec les PPP (également appelés produits phytosanitaires). Les PPP ont définis par la directive 91/414/CEE comme étant des substances actives et préparations contenant une ou plusieurs substances actives, qui remplissent un ou plusieurs objectifs suivants (Batch, 2011) :

- protéger les végétaux ou les produits végétaux contre tous les organismes nuisibles ou à prévenir leur action ;
- exercer une action sur les processus vitaux des végétaux, pour autant qu'il ne s'agisse pas de substances nutritives (par exemple, les régulateurs de croissance) ;
- assurer la conservation des produits végétaux, sauf si ces substances ou produits font l'objet de dispositions particulières concernant les agents conservateurs ;
- détruire les végétaux indésirables ou e) détruire des parties de végétaux, freiner ou prévenir une croissance indésirable des végétaux.

Dans le domaine de l'agriculture, **les pesticides** sont appelés produits phytopharmaceutiques ou phytosanitaires. Il en existe principalement trois catégories :

- **Les herbicides** (pour lutter contre les mauvaises herbes),
- **Les fongicides** (pour lutter contre les champignons) et
- **Les insecticides** (pour lutter contre les insectes).
- D'autres produits existent ayant une action sur les rongeurs (rodenticides), sur les escargots et les limaces (molluscicides)...

Ces intrants chimiques sont des molécules étrangères aux processus biologiques et laissent des résidus dans la nature. Ils ont de réelles **conséquences sur la santé** des agriculteurs, ainsi que pour les consommateurs, en raison de la persistance des pesticides dans de nombreux produits et plantes comestibles.

En rencontre différents effets de pesticides sur la santé humaine :

- Intoxications aiguës et toxicovigilance, les effets aigus liés à une intoxication par les pesticides se manifestent immédiatement ou dans les quelques heures qui suivent une exposition importante. Voici quelques exemples : les insecticides **Organophosphorés**

et carbamates anticholinestérasiques, ces produits ont une bonne pénétration cutanée, et du fait de leur forte volatilité, ils sont toxiques par voie respiratoire, Les troubles apparaissent dans un délai de 30 minutes à 2 heures. Ils sont d'ordre digestif, respiratoire, cardiaque, musculaire, avec augmentation des sécrétions, pupille contractée, troubles de la conscience, voire survenue d'un coma. Ensuite, selon la dose absorbée par l'organisme, la personne intoxiquée guérit avec ou sans séquelles (polyneuropathie) ou décède. D'autre part on trouve, **Pyréthrinoides** de synthèse Ils perturbent la circulation du sodium au travers de la membrane neuronale du ravageur. Des symptômes d'irritation et de troubles neurologiques locaux apparaissent dans un délai de quelques heures. Aussi **les organochlorés** ont une action de perturbation enzymatique par stimulation du système nerveux central. On trouve aussi des fongicides comme **Dicarboximides**, il y a risque d'irritation de la peau et des muqueuses en cas de projection, ce sont des produits sensibilisants (allergies). En effet les herbicides comme **Ammoniums quaternaires ou bipyridyliques**, en cas de contact, ces produits sont de puissants caustiques pour la peau, les yeux et les muqueuses, en cas d'ingestion, les symptômes sont immédiats (douleurs pharyngées, troubles digestifs, puis survient un blocage du foie et des reins et enfin une fibrose pulmonaire (Fig. 15) (Batch, 2011).

- Intoxications chroniques, survient après des expositions répétées à faibles doses de pesticides, le délai avant l'apparition des symptômes peut être parfois très long, dans certains cas il s'agit de plusieurs dizaines d'années. C'est pourquoi il est difficile de faire le lien entre une exposition à un toxique et des symptômes observés. Différentes études ont montré, une relation significative entre l'exposition aux pesticides avec quelques maladies tel que : **le cancer** constitue le risque sanitaire associé à l'emploi des pesticides le plus emblématique et médiatisé, en France le nombre de cas de cancers détectés a augmenté de manière fulgurante en 25 ans (+90% entre 1985 et 2005). Malgré que il y a d'étude confirme que la population agricole reste moins touchée par les cancers de manière générale et cela peut expliquer par le mode de vie des agriculteurs. D'autre part la maladie **d'hémopathies malignes** fait partie des cancers trouvés en excès dans certaines cohortes d'agriculteurs, les PPP sont fortement suspectés d'être responsables de la survenue de lymphomes hodgkiniens et non hodgkiniens, leucémies et myélomes, et parmi ces produits on retrouve les insecticides et fongicides arsenicaux, les insecticides organochlorés et organophosphorés, les herbicides chlorophénoxyacétiques (2,4-D). D'autre part on trouve **la maladie de Hodgkin (MH)**

est un type de lymphome caractérisé par la prolifération de grandes cellules atypiques, les cellules de Sternberg, des études en 1990, ont montré un excès de MH chez les agriculteurs et applicateurs de PPP avec des risques relatifs allant de 1 à 3,2 (IC=95%) (Fig. 14) (Franceschi, Serraino, & Bidoli, 1991; Zahm & Ward, 1998).

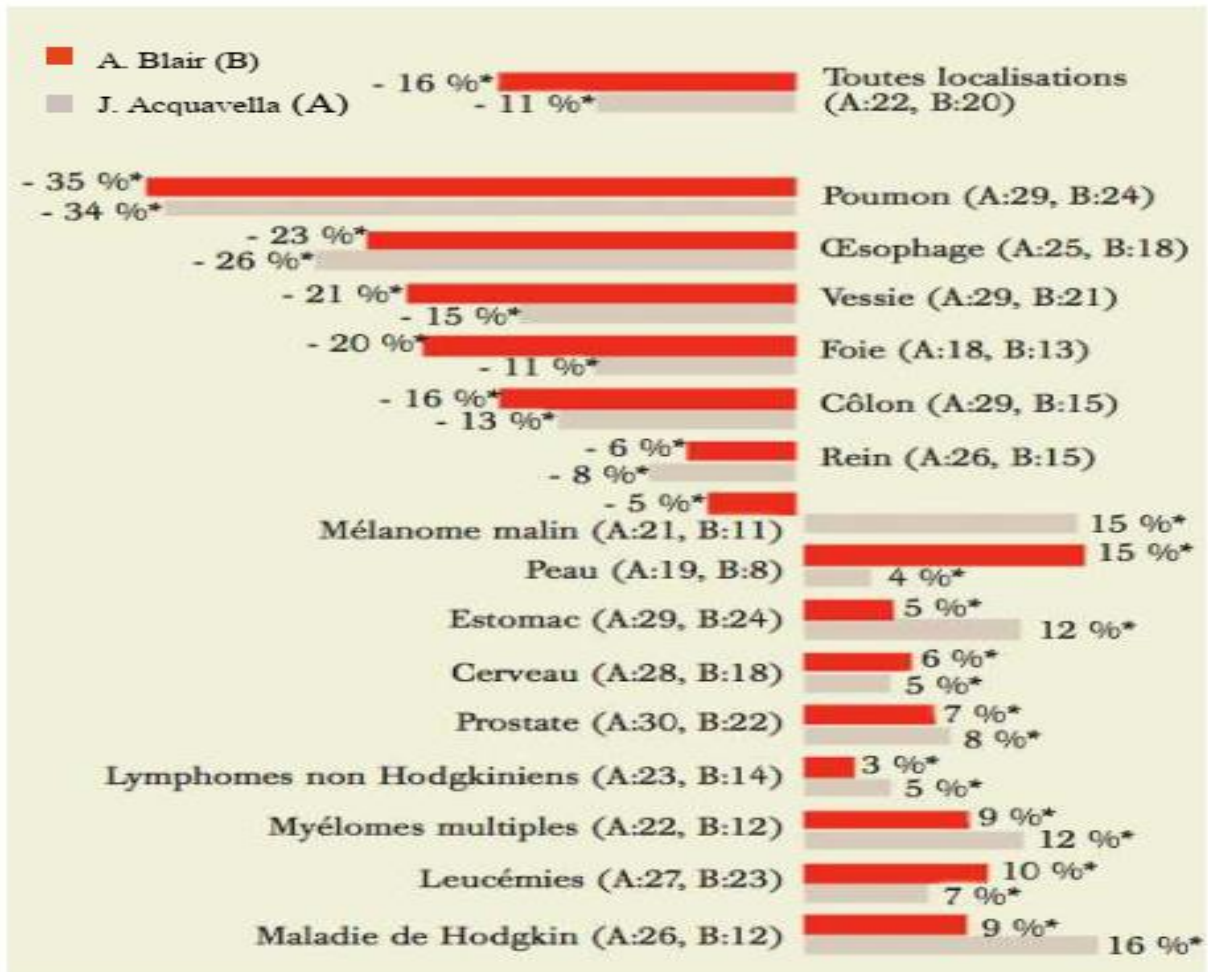


Figure 14. Présentation de risque de cancer dans le milieu agricole (Batch, 2011)

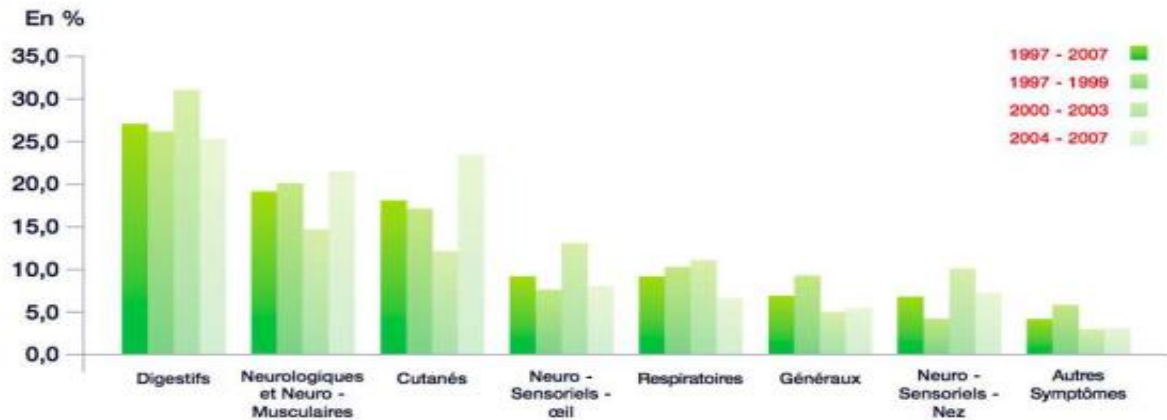


Figure 26 : Principaux symptômes retrouvés pour les insecticides. Source : MSA.

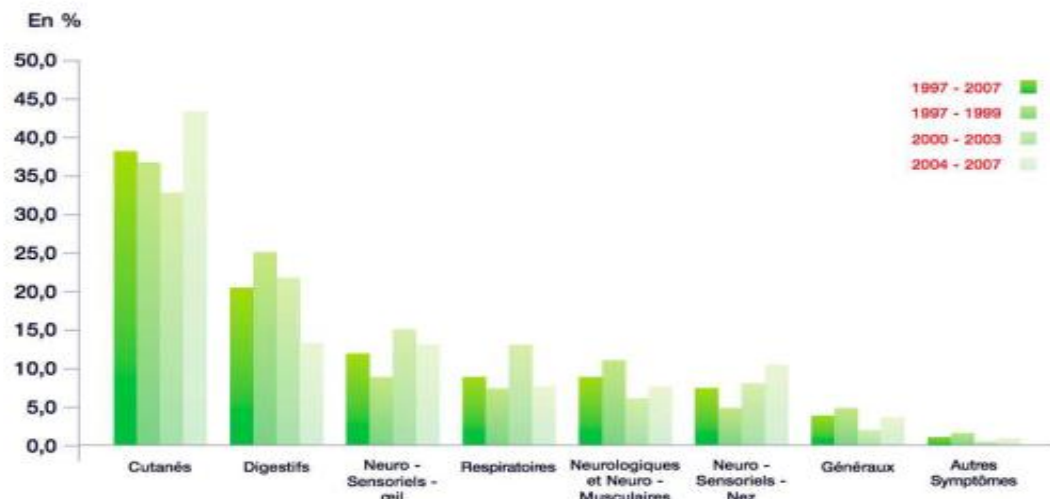


Figure 27 : Principaux symptômes retrouvés pour les fongicides. Source : MSA.

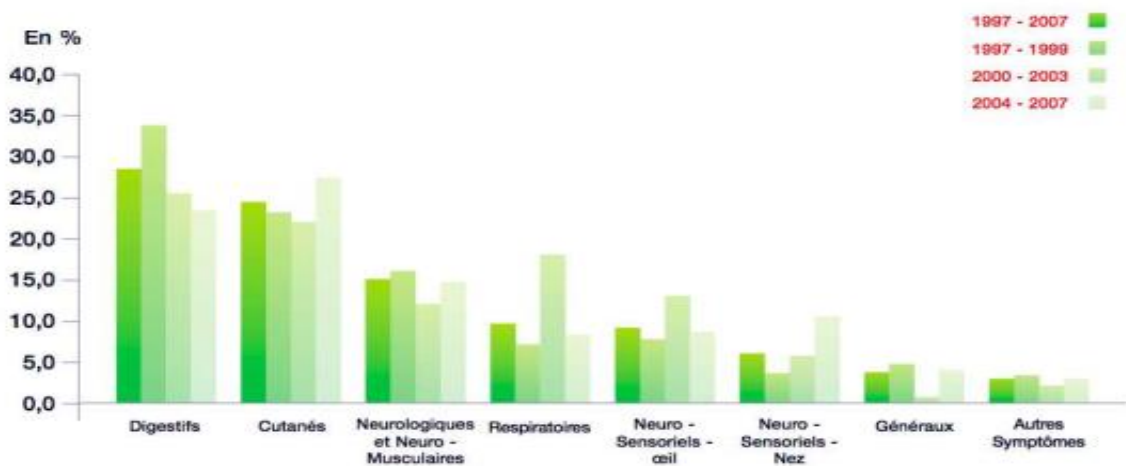


Figure 28 : Principaux symptômes retrouvés pour les herbicides. Source : MSA.

Figure 15. Les principaux symptômes d'intoxication par insecticides, fongicides et herbicides (Batch, 2011).

I.4 Choix du site et du sol

L'élaboration et l'application d'un plan d'aménagement agricole d'une région exigent comme connaissance préliminaire de la part des agronomes, aménagistes, des économistes et des géographes celle des possibilités d'utilisation des sols, ou de leurs modes possibles d'utilisation, c'est-à-dire des étendues destinées à la culture, au pâturage (naturel ou susceptible d'amélioration). Or, on sait que les exploitations agricoles qui ont, en général, le plus de chances de succès sont celles où les sols sont profonds, bien aérés, riches, libres d'obstacles, à relief peu marqué, à pentes faibles, à régime hydrique convenable et autres facteurs naturels favorables (Mailloux, Dubé, & Tardif, 1964).

Au contraire, la culture est impossible dans les régions caractérisées par les conditions adverses suivantes : relief accidenté, accès difficile, altitude trop élevée, pentes trop raides ou très sensibles à l'érosion, sols minces ou encombrés de pierres, sols humides ou perméables à l'excès, sols d'une fertilité médiocre ou très labile. En présence de tels sols, naturellement ingrats, qui nécessitent un travail acharné, les cultivateurs se lassent à la longue et les abandonnent tôt ou tard (Mailloux, Dubé, & Tardif, 1964).

En effet, afin de diminuer le coût de transport, la plantation devrait être située à proximité des utilisateurs de la biomasse. Le producteur sera avantagé par l'existence d'un réseau routier à l'extérieur et à l'intérieur de la plantation permettant un accès facile des équipements en toute saison. Des parcelles de grandes dimensions de forme rectangulaire sont préférables à de petits lots irréguliers pour minimiser le nombre de manœuvres occasionnées par la manipulation d'équipements tels les tracteurs ou les récolteuses. En général, le sol souhaitable pour les cultures doit présenter un drainage modéré jusqu'à imparfait, une profondeur minimale de 1 m (Degand & Lefebvre, 1980).

Des sols riches en biotes et en matières organiques sont une base essentielle pour l'accroissement de la productivité des cultures. On obtient les meilleurs rendements lorsque les nutriments proviennent à la fois d'engrais minéraux et de sources naturelles (fumier et cultures et arbres qui fixent l'azote). Un emploi judicieux des engrais minéraux aide à épargner de l'argent et à faire en sorte que les nutriments parviennent bien aux plantes et ne vont pas polluer l'air, les sols et les cours d'eau. Les politiques de promotion de la santé des sols devraient encourager l'agriculture de conservation ainsi que l'association entre cultures, élevage et

systèmes agroforestiers pour améliorer la fertilité des sols. Ces politiques devraient éliminer les stimulants qui encouragent les labours mécaniques et l'utilisation excessive d'engrais et transférer aux agriculteurs des méthodes de précision comme l'enfouissement profond de l'urée et la gestion des nutriments en fonction de chaque site (Brunswick, 2023).

Table 1. Exemple de classification de la qualité des sols en éléments minérale nutritif (FAO, 1988).

Critère diagnostique	CLASSES DE RESERVES EN ELEMENTS NUTRITIFS				
	0	1	2	3	4
	Bonne	Moyenne	Médiocre	Très Médiocre	Extrêmement Médiocre
CEC (me %)	>20	12-20	6-12	3-6	<3
Saturation en cations (%)	>50	<50	<50	<50	<25
Carbone organique dans le sol superficiel (%)	>3	>3	2-3	1-2	<1

Le recours à un zonage pédologique permet, dans un premier temps, d'évaluer la variabilité et la répartition spatiale des sols à l'échelle intra-parcellaire. Cette démarche constitue ainsi un moyen de définir des unités culturales homogènes, préalable indispensable à une gestion parcellaire du vignoble et des vinifications (Christen, 2009).

Une bonne préparation du terrain est impérative pour avoir une croissance vigoureuse. Ceci est d'autant plus important si le sol est marginal ou de qualité moyenne. Les travaux doivent avoir comme résultats, une répression efficace des mauvaises herbes avec une forte diminution des rhizomes des vivaces (100 %, si possible), un bon ameublissement du sol en profondeur, avec une surface de plantation uniformisée et sans grandes mottes (diamètre < 2-3 cm). Avant la plantation, on procède donc aux opérations suivantes (Faure , Montagnon, & Fontvieille, 2014) :

L'année avant la plantation ; Au milieu de l'été, on applique 2.5 à 5 litres de *Roundup* (glyphosate) à l'hectare pour réprimer la végétation concurrente (surtout les vivaces). Le traitement est effectué quand les mauvaises herbes présentent une hauteur de 20 à 25 cm, avant qu'elles produisent des semences. Après deux ou trois semaines, le sol est labouré à une profondeur de 25 à 30 cm. Les équipements agricoles (charrues et pulvérisateurs) peuvent convenir.

L'année de plantation ; Juste avant la plantation, un travail superficiel du sol (15 à 18 cm) par un passage croisé d'une herse à disques ou à dents sur la direction du labour de l'automne est nécessaire.



Figure 16. Préparation des terres pour réaliser des plantations (sous-solage et préparation du sol par disquage) (Faure , Montagnon, & Fontvieille, 2014).

I.5 Choix des espèces

Depuis l'après-guerre, l'évolution des variétés et celle des systèmes de culture se sont faites en synergie. Sur le plan variétal, la modernisation agricole dans les pays du Nord, aussi bien que la révolution verte dans les pays du Sud, ont reposé sur la diffusion de variétés à hauts rendements en grain, avec une sélection de leurs caractéristiques favorables à cet objectif (fréquemment réduction de la taille des plantes et augmentation du rapport grain sur paille en céréales, meilleure valorisation du rayonnement lumineux, etc.). Ces modes d'intensification de l'agriculture ont répondu aux objectifs d'accroissement de la production fixés dans les modèles d'agriculture conventionnelle d'Europe et d'Asie ou encore pour les plantations d'Afrique intertropicale, car ils allaient de pair avec des conditions pédoclimatiques favorables et une élimination des facteurs limitants (apports élevés d'intrants et, pour le riz irrigué, meilleure gestion de l'irrigation, etc.). A contrario, du fait de la persistance de facteurs biotiques et abiotiques limitants et/ou d'un non adéquation avec les pratiques agricoles locales, le modèle agricole issu de la Révolution verte n'a pas fonctionné dans plusieurs zones semi-arides (zones céréalières non irriguées du Maghreb). Et en Afrique subsaharienne, ce modèle ne s'est

développé que dans quelques régions agricoles et presque exclusivement pour des cultures de rente (Jeuffroy, Bazile,, Beauval, Pinochet, & Doré, 2014).

Donc, les agriculteurs auront besoin de toute une gamme de variétés améliorées des plantes cultivées, d'origine génétique diverse, qui soient adaptées à toute une série d'écosystèmes agricoles et de méthodes d'exploitation agricole et capables de s'adapter aux changements climatiques.

On doit aux variétés améliorées de céréales environ 50 pour cent des augmentations de rendement relevées au cours des dernières décennies. Les obtenteurs doivent atteindre des résultats similaires à l'avenir. Il n'empêche que pour livrer des variétés à haut rendement aux agriculteurs, en temps voulu, il faut considérablement améliorer le système qui relie les collections de matériel génétique, les activités de sélection végétale et la livraison des semences. Le siècle dernier, environ 75 pour cent des ressources phytogénétiques ont été perdus et un tiers de la diversité biologique actuelle pourrait disparaître d'ici à 2050. Il est donc essentiel de renforcer l'appui fourni à la collecte, à la conservation et l'utilisation des ressources phytogénétiques. Des financements sont aussi nécessaires pour redynamiser les programmes publics de sélection végétale. Les politiques devraient contribuer à relier les systèmes classiques et ceux qui utilisent des semences conservées à la ferme et à encourager la création d'entreprises semencières locales (PNUE, 2008).

L'attrait pour les variétés anciennes ne doit pas faire oublier que la sélection plus récente a été très innovante, notamment par l'augmentation des résistances à un nombre toujours croissant de maladies. Ainsi que pour l'amélioration de nombreux autres caractères, tels que la qualité du produit consommé (ex : qualité de la gousse chez le haricot), l'amélioration du comportement en culture (ex : croissance au froid chez le haricot, résistance à la montaison chez la laitue) ou la diversification des types cultivés (ex : courgette, tomate, laitue). Ces améliorations, et en particulier les résistances aux maladies les plus fréquentes et dommageables, permettent de cultiver maintenant de nombreuses espèces potagères avec un minimum d'intrants phytosanitaires, et les jardiniers doivent prendre conscience de l'utilité de ce matériel moderne pour leur propre usage (SNHF, 2021).

La plantation peut être aussi exécutée mécaniquement avec une planteuse à deux ou trois rangs utilisée habituellement en culture maraîchère. La profondeur de plantation est de 18 cm. Cet

équipement permet de planter 3 600 à 4 000 boutures à l'heure, mais la durée de l'opération pouvait varier en fonction de la texture du sol, de la qualité de préparation de lit de plantation et de la forme de la parcelle. La plantation nécessite quatre personnes : une pour conduire le tracteur et trois autres pour manipuler les boutures. Il faut compter entre 3 et 4 heures de travail pour planter chaque hectare. Sur les parcelles rectangulaires de longueur supérieure à 200 m, la productivité de la planteuse a été plus grande parce que les retours à la fin de chaque rangée sont moins fréquents (Fig. 17).

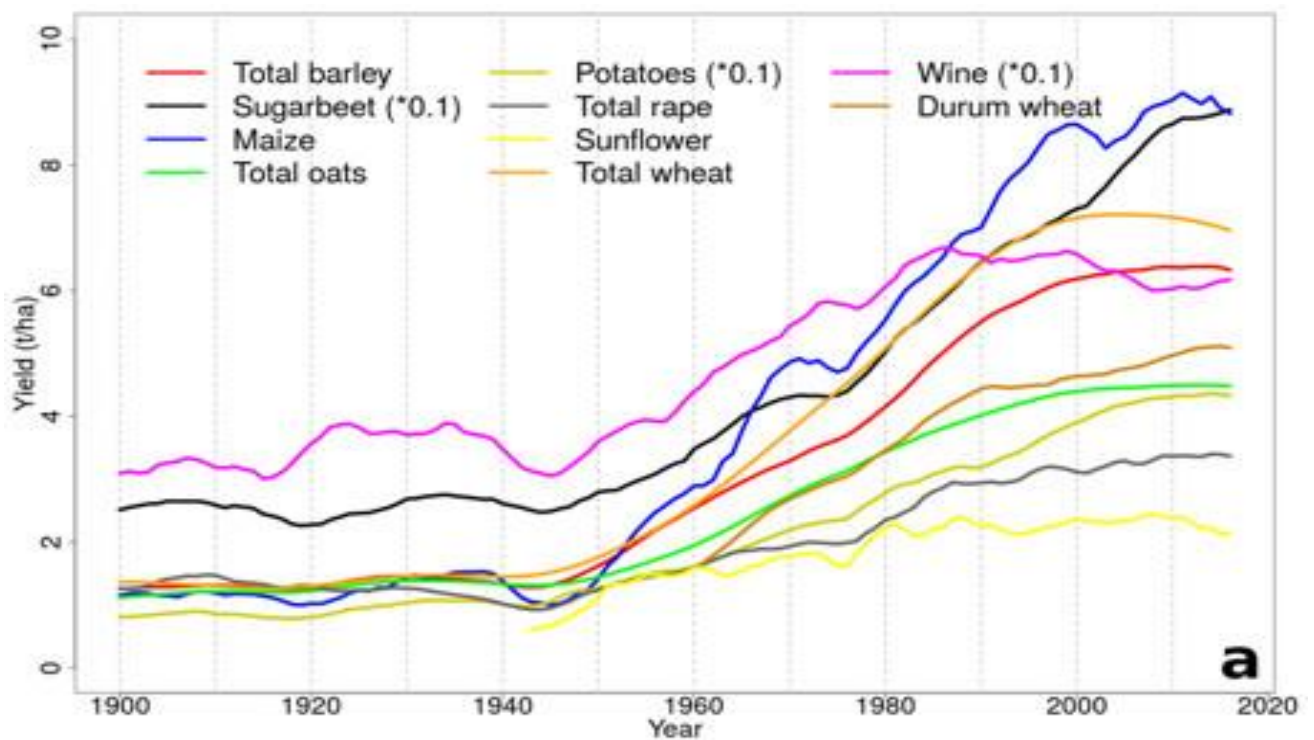


Figure 17. Evolution des rendements de quelques cultures en France (1900 à 2020) (Schauberger, et al., 2018).

I.6 La gestion de l'eau

L'usage du terme irrigation, d'origine savante, a été popularisé au début du siècle (Marzouk, 1989), époque où les grands équipements hydrauliques se sont développés pour combler les pénuries d'eau, permettre l'intensification de l'agriculture et engendrer une nouvelle révolution agricole. En effet, l'intensification durable nécessite des systèmes d'irrigation plus efficaces et précis, ainsi que des systèmes d'exploitation agricole utilisant une approche écosystémique pour préserver les ressources en eau (Mollard & Walter, 2008).

Les villes et les industries sont en forte concurrence avec l'agriculture pour l'utilisation de l'eau. Même si l'irrigation permet une productivité élevée, des pressions sont actuellement exercées pour l'amener à réduire ses retombées environnementales, y compris la salinité des sols et la contamination des aquifères par les nitrates. Des techniques très importantes pour l'intensification durable seront l'irrigation de précision, axée sur les savoirs, qui permet une application fiable et souple de l'eau, ainsi que l'irrigation déficitaire et la réutilisation des eaux usées. Les politiques devront éliminer les subventions perverses qui encouragent les agriculteurs à gaspiller l'eau. Dans les zones cultivées en sec, les changements climatiques menacent des millions de petits agriculteurs et pour y accroître la productivité, il faudra utiliser des variétés améliorées, résistant à la sécheresse, ainsi que des méthodes de gestion permettant d'économiser l'eau (Fig. 18) (Mollard & Walter, 2008).

L'eau sert de vecteur aux éléments fertilisants dans le cas du purinage, du limonage ou de l'irrigation fertilisante et permet le renouvellement de la fertilité. Dans les zones arides, où les méthodes de retenue des eaux et de gestion de la fertilité sont souvent inséparables. Actuellement, l'irrigation a surtout lieu par aspersion, ou au goutte à goutte, traitée avec des systèmes informatisés qui régulent la quantité, l'humidité et la fertilisation des sols. Le système goutte à goutte est très approprié pour les endroits où il y a un manque d'eau. Pour mettre en œuvre un système d'irrigation efficace, les relations eau-plante et eau-sol doivent être soigneusement examinées, y compris par des moyens faisant appel à la biophysique moléculaire (Amir, 2020).



Figure 18. Exemple d'irrigation dans le système intensif

I.7 L'entretien de la plantation

Généralement l'entretien commence par garder une certaine fertilité du sol, où les mélanges de plantation apportent aération, perméabilité, rétention en eau et réserve en éléments nutritifs à la plantation. La détermination des caractéristiques du sol, est essentielle à la réussite du projet de plantation. En effet, Les mélanges de plantation sont composés de plusieurs constituants de base qui doivent répondre aux exigences ci-dessous (Table 2) (Vaud, 2019).

Table 2. Présentation des caractéristiques des terres privilège dans la couche superficielle (Vaud, 2019).

Caractéristiques d'origine	
Terre prélevée dans la couche supérieure du sol cultivable et d'une épaisseur variant de 10 à 40 cm, de couleur brun foncé, marquée par l'activité biologique et enrichie en matière organique humifiée liée à la matière minérale.	
Propriétés physiques	
Densité apparente	Faible. Inférieure à 1,4 g/cm ³
Porosité	> 45% vol.
Texture	Teneur en argile comprise entre 10 et 15% de la masse sèche. Le pourcentage pondéral de terre fine (< à 2mm) doit être supérieur à 80% et la taille maximale des pierres doit être de 10 cm.
Structure apparente	Nette, friable, grumeleuse ou polyédrique émoussée
Propriétés chimiques	
pH	doit être compris entre 5.5 et 8.4
Conductivité électrique	< 0,5 mS/cm (Extrait aqueux v/v à 1/2,5)
Teneur en humus	Minimum 1.5 %. Ne doit pas être inférieure à 10 % de la teneur en argile.
Pollution	Teneurs en métaux et polluants organiques inférieure aux valeurs indicatives de l'Ordonnance Fédérale sur les Sols (OSOL)).
Engorgement	Pas de traces d'hydromorphie visibles, ni d'odeurs de soufre et de méthane décelables qui indiquent des situations d'anaérobie.
Propriétés biologiques	
Activité biologique forte (racines, lombrics...) La terre végétale doit être libre de terre de sous-sol, de racines d'arbres, de plantes adventices et de leurs racines (chiendent, chardon, liseron etc.) de toute matière indésirable.	

Les pesticides éliminent les ravageurs, mais aussi leurs ennemis naturels, et une utilisation excessive peut présenter des dangers pour les agriculteurs, les consommateurs et l'environnement. La première ligne de défense est un écosystème agricole sain.

Dans les systèmes d'exploitation agricole bien gérés, les pertes de récolte dues aux insectes peuvent souvent être maintenues à un niveau minimum acceptable, en utilisant des variétés

résistantes, en conservant les prédateurs et en gérant les nutriments des plantes de manière à réduire les reproductions d'insectes. Les mesures recommandées pour lutter contre les maladies comprennent l'utilisation de matériel de plantations sain, la rotation des cultures pour éliminer les agents pathogènes et l'élimination des plantes hôtes infectées. Pour lutter efficacement contre les adventices, il faut désherber à la main au bon moment, réduire au minimum les labours et couvrir le sol de résidus de végétaux. Si cela s'avère nécessaire, on utilisera des pesticides de synthèse présentant peu de risques, pour des activités de lutte ciblées, au dosage voulu et au bon moment. La protection intégrée contre les ravageurs peut être enseignée dans les écoles pratiques d'agriculture, et être encouragée par la production locale d'agents de lutte biologique, la réglementation stricte des pesticides et l'élimination des subventions (Bedu, et al., 1987).

I.7.1 Répression des mauvaises herbes

« Les MH ne sont pas forcément ce que ment ce que l'on croit, car dans la nature aucune plante n'est bonne ou mauvaise. Chacune joue simplement son rôle, tient sa place, rien de plus son rôle » (Pousset, 2003). Une MH est une plante qui pousse là où les humains ne veulent pas.

Pour avoir un minimum de problèmes avec les mauvaises herbes dans les années qui suivent la plantation, il faut choisir des terrains qui n'ont pas eu de graves problèmes d'invasion par les mauvaises herbes vivaces les années précédentes et préparer la terre en utilisant des moyens comme les herbicides non sélectifs, le travail du sol et le semis de culture d'enfouissement. Voici un exemple de programme d'assainissement que les producteurs pourraient mettre en œuvre (Brunswick, 2021) :

Année 1. Appliquer du glyphosate (Roundup ou autre) à l'automne et labourer la terre.

Année 2. Mettre la terre en jachère tout l'été ou la mettre en jachère une partie de l'été et planter ensuite une culture d'enfouissement comme du sarrasin ou du ray-grass. S'il le faut, appliquer de nouveau du glyphosate (Roundup ou autre) à l'automne.

La rotation des cultures ; des études menées sur de nombreuses années révèlent que la densité des peuplements de mauvaises herbes vivaces est plus grande dans des conditions de monoculture que dans des systèmes culturaux où au moins trois cultures sont mises en rotation. Cultures de couverture ; Le fait d'inclure dans l'assolement des cultures de couverture comme des cultures qui résistent à l'hiver, comme les cultures fourragères ou le blé d'automne, retarde

la croissance des mauvaises herbes vivaces et réduit la production de graines (Leroux & Buhler, 2012).

Systèmes de travail du sol ; le type d'outil aratoire utilisé et la profondeur de travail du sol ont une influence démontrée sur la densité des mauvaises herbes vivaces et bisannuelles. Ainsi, le semis direct favorise-t-il l'augmentation des peuplements de mauvaises herbes vivaces parce qu'il ne perturbe aucunement les racines. Un travail du sol en profondeur (jusqu'à plus de 15 cm) à l'aide d'une charrue à versoirs réduit au contraire les peuplements de chardon des champs et de laiteron des champs (Leroux & Buhler, 2012).

Choix des herbicides ; en général, les herbicides de post levée sont plus efficaces à détruire la partie aérienne des mauvaises herbes vivaces et bisannuelles que les herbicides de prélevée. La stratégie qui repose sur l'emploi d'herbicides de post levée dans une culture sur pied consiste à détruire la partie aérienne des mauvaises herbes vivaces afin de forcer celles-ci à utiliser les réserves accumulées dans leurs racines pour émettre de nouvelles pousses. Tout devrait être mis en œuvre.

I.7.2 Protection contre des insectes

L'apparition des pesticides organiques au début des années 1940 avait pratiquement mis fin aux difficultés de la lutte contre les ravageurs. On pouvait désormais protéger vraiment l'homme, ses animaux et ses récoltes contre les ravages causés par les mauvaises herbes, les insectes et les arthropodes, car des applications relativement peu fréquentes de pesticides suffisaient à assurer le rendement économique de la lutte (LaBrecque, 1984).

Les méthodes chimiques consistent en l'utilisation des composés chimiques naturel (mercure, arséniates, insecticides d'origine végétale...) ou de synthèses composées chlorés, organiques, organo-phosphorés...) qui s'avèrent toxique pour certaines classes des êtres vivants. Leur toxicité peut s'exercer par contacte ou par ingestion certaines composés organo-phosphorés dits systémique pénètrent dans la plante cultivée et sont toxique pour les ravageurs qui consomment la plante et les suceurs (Fig. 19) (Smeesters, 2001) .



Figure 19. Exemple de lutte Chimique contre les ravageurs (Pesticides)

D'une autre coté la lutte biologique, peut être une solution où base sur l'utilisation d'organismes vivants (bénéfiques) pour lutter contre d'autres organismes vivants (nuisibles), où en rencontre trois grandes lutte (Fig. 20) (Kenis, Hurley, Hajek, & Cock, 2017) :

- Lutte biologique classique ou par introduction ; Introduction d'un ennemi naturel d'origine exotique pour lutter contre un ravageur, généralement exotique lui aussi, visant un contrôle permanent du ravageur.
- Lutte biologique par augmentation ; Augmentation de la densité d'ennemis naturels par lâchers réguliers. Les lâchers peuvent être soit inoculatifs (inoculation en début de saison d'un petit nombre d'individus qui vont se reproduire), soit inondatifs (lâchers massifs pour contrôle unique et immédiat.
- Lutte biologique par conservation ; Méthodes favorisant l'action des ennemis naturels déjà présents dans le système



Figure 20. Exemple d'une lutte biologique contre ravageurs (Kiley-Worthington, 1981)

I.7.3 Fertilisation

Le bilan des éléments nutritifs d'un verger est influencé principalement par les éléments exportés par la culture en place, mais aussi par les conditions météorologiques (précipitations, températures). C'est pourquoi, la disponibilité en éléments nutritifs est très variable. Pour pouvoir cependant établir un bilan des éléments équilibré, on corrige la norme de fertilisation pour le phosphore (P), K et Mg (basée sur le rendement, au moyen d'observations de la culture et d'analyses de sol (Kuster, et al., 2017).

Pour le premier cycle de rotation, un apport des boues d'usines d'épuration stabilisée équivalant à 100-150 kg d'azote à l'hectare constitue un bon choix parce que celles-ci sont moins dispendieuses que les engrais chimiques et enrichissent le sol en matière organique. Les boues peuvent être remplacées par un équivalent en engrais chimiques, fumier, etc. L'épandage se fait au printemps au cours de la deuxième année après la plantation à l'aide d'épandeurs agricoles adaptés. À partir du deuxième cycle de rotation, la dose d'engrais pourra être augmentée afin de combler les besoins nutritionnels des plants. L'utilisation de boues sera faite suivant les normes l'Environnement pour éviter la pollution du sol en métaux lourds ou en autres contaminants.

Table 3. Normes de fertilisation (kg/ha) pour fruits à pépins et à noyau, ainsi que pour le kiwi, en rapport avec le rendement (Kg/ha) (Kuster, et al., 2017).

Culture	Rendement (kg/m ²)	N	P ₂ O ₅	P	K ₂ O	K	Mg
Pomme, poire	2,0	40	10	4,4	40	33,2	10
	3,0	50	15	6,5	60	49,8	20
	4,0	60	20	8,7	75	62,3	20
	5,0	70	25	10,9	90	74,7	30
	6,0	80	30	13,1	110	91,3	40
Cerise	0,8	40	15	6,5	40	33,2	10
	1,2	60	20	8,7	50	41,5	20
	1,6	80	30	13,1	65	54,0	30
	2,0	100	40	17,4	80	66,4	40
Prune	1,0	40	10	4,4	35	29,1	10
	1,5	60	15	6,5	50	41,5	15
	2,0	80	20	8,7	65	54,0	20
Abricot	1,5	45	20	8,7	60	49,8	10
	2,0	60	25	10,9	75	62,3	20
	2,5	75	30	13,1	90	74,7	30
Pêche	1,5	45	10	4,4	45	37,4	10
	2,0	60	15	6,5	55	45,7	20
	2,5	75	20	8,7	70	58,1	30
Kiwi	1,5	45	10	4,4	60	49,8	10
	2,0	50	15	6,5	75	62,3	15
	2,5	65	20	8,7	90	74,7	20

I.8 Assolement

L'agriculture, qui exploite les ressources naturelles renouvelables (sols, eau...), doit tenir compte des limites de leur renouvellement pour garantir un développement durable. Les pratiques agricoles sont confrontées aux principes du développement durable à travers l'efficacité de la production, la consommation des ressources et la viabilité financière des exploitations.

L'assolement est la division des terres d'une exploitation agricole en parties différentes, nommées soles ou pies, consacrées chacune à une culture donnée pendant une saison culturale en fonction de leurs capacités de production. L'assolement est la diversité géographique des cultures à un moment donné (Fig. 21). L'assolement est, depuis toujours, un des leviers internes à l'exploitation utilisée par le producteur pour s'adapter au contexte de production. Son choix se raisonne selon un objectif de marge de chaque culture en cohérence avec les filières (présence de débouchés et d'approvisionnement), le milieu (climat-sol), l'organisation du travail (matériel et main d'œuvre), la présence d'irrigation et le contexte réglementaire (Bonnes conditions agricoles et environnementales (BCAE), disponibilité en eau d'irrigation...). Ce raisonnement se complexifie dans cet univers plus incertain (3) (PDF) L'assolement du point de vue de l'exploitation agricole (Leveau, Marsc, & Leroy, 2012).

L'assolement d'une exploitation agricole résulte de différentes contraintes, tant techniques qu'économiques, et cherche à optimiser le résultat global. Les critères économiques à prendre en compte sont le marché, le prix de vente, les investissements à mettre en œuvre. Les facteurs techniques, au sens large, incluent l'organisation du travail, la disponibilité du matériel, mais aussi les facteurs écologiques (sol, climat, etc.). Enfin l'agriculteur doit prendre en compte les moyens humains, en quantité, qualification et savoir-faire.

En d'autres termes, l'assolement utilisé par un cultivateur, un village représente un équilibre résultat de considérations humaines, économiques, sociales (en même temps qu'agronomiques) propres à ce cultivateur, ce village. Toute modification doit donc préserver ou améliorer cet équilibre et satisfaire aux impératifs qui l'avaient établi et à des impératifs supplémentaires nés de la nécessité de l'évolution et du développement du pays (Tourite, 1963).



Figure 21. Exemple d'assolement des terres par différentes cultures

I.1.1 Type d'assolement

La diversification des assolements revient à implanter des plantes d'espèces ou de familles culturales complémentaires sur un parcellaire (en tenant compte des contraintes organisationnelles) ou une parcelle dans le but, de limiter le développement des adventices, des ravageurs et des pathogènes : la diversification des assolements permet d'accroître la diversité des paysages agricoles. Ainsi, d'un point de vue spatial, plus un assolement est diversifié plus il sera difficile aux ravageurs de trouver leur cultures hôte. En outre, d'optimiser la fourniture d'azote via les espèces captatrices que sont les légumineuses : la diversification des assolements permet d'accroître leur fréquence dans les rotations de cultures (Bézat, Quenu, & Martin, 2016).

I.8.1.1 Assolement biennal

L'assolement biennal fait partie d'un dispositif agraire dans lequel la partie cultivée est divisée en deux soles. Cet assolement était typique surtout des zones méditerranéennes d'agriculture

respectant les traditions. L'assolement biennal suppose la division du finage cultivé en deux soles : une sole de céréale d'hiver (surtout du blé) et une sole de jachère (Étienne., 1952).

L'assolement biennal suppose la division du finage cultivé en deux soles : une sole de céréale d'hiver (majoritairement du blé) et une sole de jachère. Le cycle débute par le blé semé à l'automne de l'année N. Il est récolté en juin ou juillet de l'année N+1. Les chaumes sont ensuite livrés aux habitants qui exercent leur droit d'usage : glanage des grains, vaine pâture jusqu'au début de la jachère en mars N+2, c'est-à-dire la préparation du sol pour l'ensemencement. La jachère consiste alors en passages superficiels à l'araire pour éliminer les mauvaises herbes par simple extraction du sol, et favoriser l'assimilation du fumier apporté par l'élevage. Le sol est ainsi préparé pour de nouvelles semences de céréale d'hiver en octobre N+2 (Fig. 22).

L'assolement biennal fonctionnait de manière collective dans la plupart des terroirs. Son bon fonctionnement dépend de l'existence d'un saltus (friche, lande) à proximité, ou d'une forêt pour le renouvellement de la fertilité par l'élevage (ovin principalement). Historiquement, il s'agit du mode par excellence d'assolement des villas romaines. Dans les pays méditerranéens, l'apport de l'ager est très souvent augmenté des fruits des vergers (vigne, agrumes, etc.) et de l'olivier.

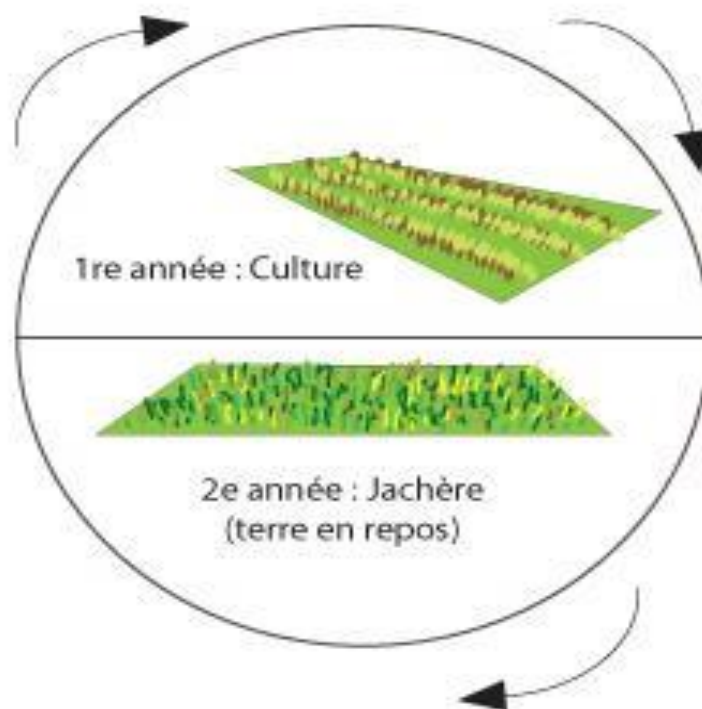


Figure 22. Présentation schématique de l'assolement biennal

I.8.1.2 Assolement triennal

L'assolement triennal fait partie d'un dispositif agraire dans lequel la partie cultivée est divisée en trois soles. Cet assolement est typique des pays d'openfield.

Concrètement, l'agriculteur choisit deux types de culture : une céréale d'hiver (typiquement, le **blé**) et une céréale de printemps (l'orge par exemple). La première année, la première sole accueillera la céréale d'hiver, la deuxième celle de printemps et la troisième sera en jachère (repos). La deuxième année, l'agriculteur pratique une rotation : sur la première sole, il cultive la céréale de printemps, sur la troisième celle d'hiver tandis qu'il laissera la deuxième en jachère (Fig. 23) (Doré, 2012).

Enfin la dernière année, la première sole sera en jachère, la deuxième accueillera les céréales d'hiver et la troisième celles de printemps. Cette pratique date du Moyen Âge. Elle a été abandonnée car elle n'est pas compatible avec une **agriculture** intensive. Mais les problèmes causés par les **pesticides**, les engrais ou les **insectes** ravageurs la remettent au goût du jour.

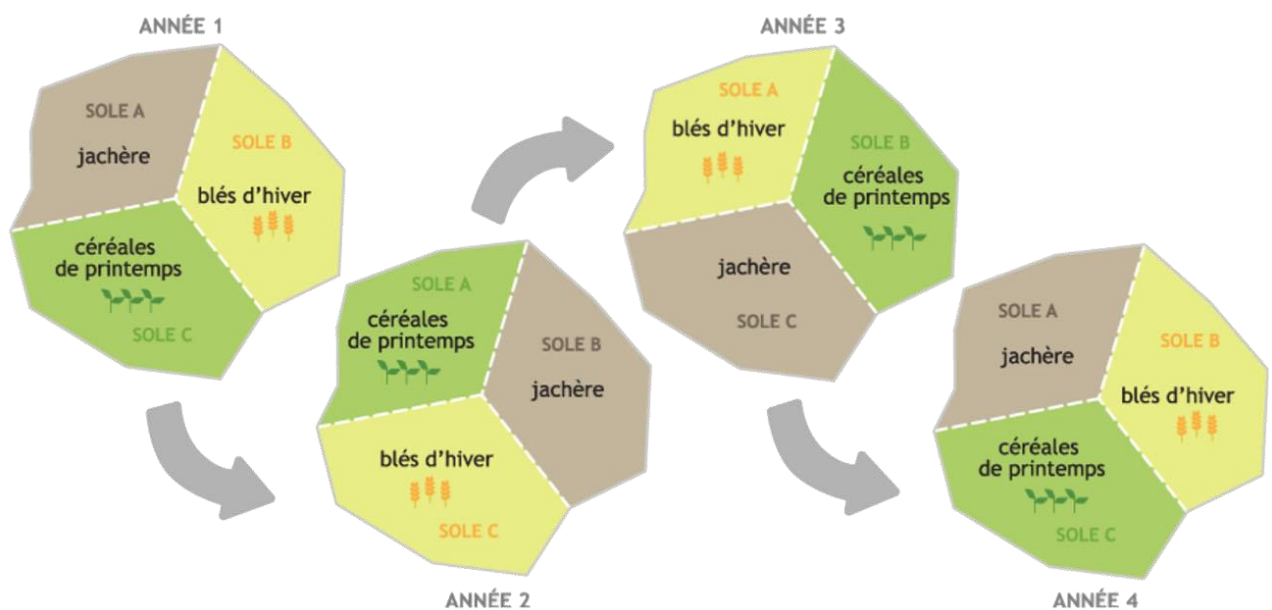


Figure 23. Présentation schématique d'assolement triennal

I.9 La Rotation culturale

La rotation culturale (ou rotation des cultures) est une technique culturale en agriculture (et en jardinage). On parle de rotation culturale lorsque différentes cultures se suivent dans un certain ordre sur la même parcelle, la même succession de cultures se reproduisant dans le temps en cycles réguliers. Elle est un élément important du maintien ou du perfectionnement de la fertilité

des sols et par conséquent un atout pour l'augmentation des rendements. On parle de rotation culturale quand dans un dispositif de culture, des cultures se suivent dans un certain ordre sur la même parcelle, la même succession de cultures se reproduisant dans le temps en cycles réguliers. On peut ainsi avoir des rotations biennales, triennales, quadriennales (Fig. 24) (Houben, Brinks, Salomons, & Cara, 2020).

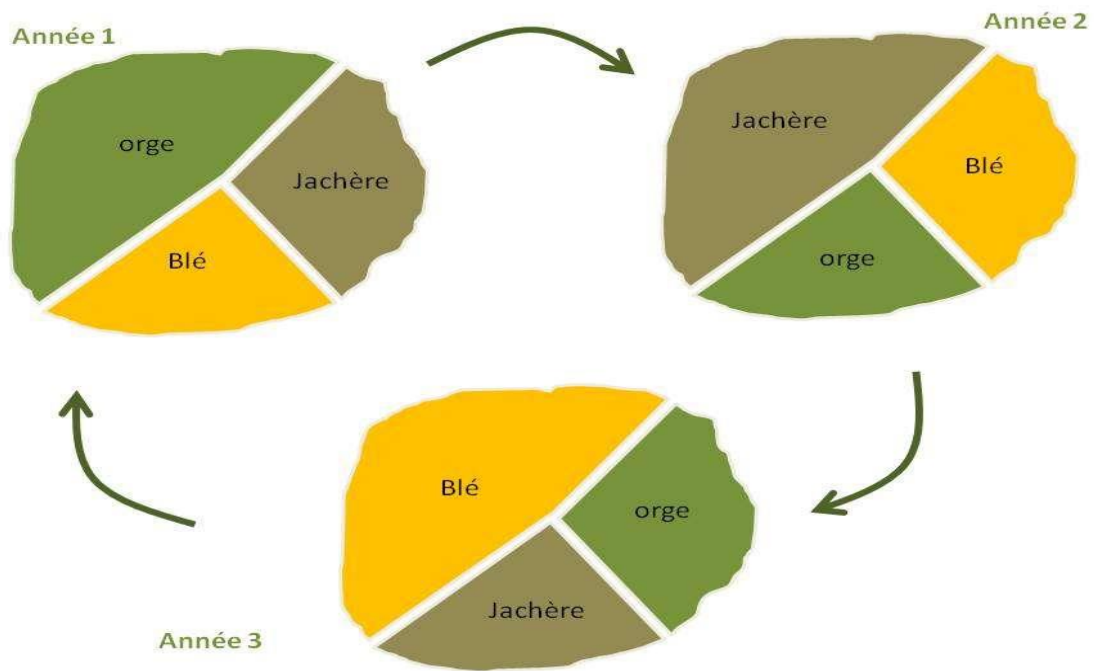


Figure 24. Exemple d'un schéma d'assolement triennal

I.9.1 Les principes de base d'une rotation

Il s'agit dans l'idéal d'alterner (Verzeaux, 2017) :

- Les cultures exigeantes et moins exigeantes en azote. Les cultures exigeantes (blé, maïs...) seront précédées de cultures qui enrichissent le sol en azote (prairies, protéagineux...) et suivies de cultures moins exigeantes (mélange céréalière, seigle...).
- Les cultures salissantes et nettoyantes. Les cultures salissantes (maïs, 2ème paille...) seront suivies de cultures nettoyantes (sarrasin, triticales, prairies...).
- Les cultures d'hiver et d'été, pour rompre le cycle des bio-agresseurs. Les rotations trop basées principalement sur les cultures d'automne, surtout avec un travail du sol simplifié, présentent des risques élevés d'apparition de graminées résistantes aux

herbicides foliaires. Pour diminuer ce risque, il est préférable d'éviter la répétition d'un même groupe d'herbicides dans les différentes cultures de la rotation.

- Les cultures à enracinement différent par une meilleure gestion des nutriments, et une amélioration de la structure du sol. Les racines pivotantes des protéagineux et des oléagineux (qui ouvrent le sol) sont ainsi complémentaires du système fasciculé typique des graminées (qui améliore le profil superficiel).
- Les cultures ayant des exigences différentes en P et K, par exemple le colza exigeant et les céréales peu exigeantes.

I.9.2 Les avantages de la rotation

La rotation a plusieurs avantages (Fig. 25) :

- Elle contribue à rompre le cycle vital des organismes nuisibles aux cultures, ravageurs, maladies, mauvaises herbes, etc...
- En particulier, la succession de plantes de familles différentes (par exemple alternance de graminées et de plantes oléifères, type blé et colza) sert à rompre avec le cycle de certaines adventices ;
- Grâce aux dispositifs racinaires différents, le profil du sol est mieux exploré, ce qui se traduit par un progrès des caractéristiques physiques du sol et surtout de sa structure (en limitant le compactage et la dégradation des sols), et par conséquent de la nutrition des plantes ;
- L'emploi de légumineuses permet l'ajout d'azote symbiotique dans le sol. D'une façon générale, la composition des différents résidus de cultures participe à la qualité de la matière organique du sol.
- La rotation culturale a par conséquent un effet important sur la vie du sol et la nutrition des plantes.
- Un autre avantage de la rotation peut être une meilleure répartition de la charge de travail lors de l'introduction de prairies ou de jachère dans la rotation.

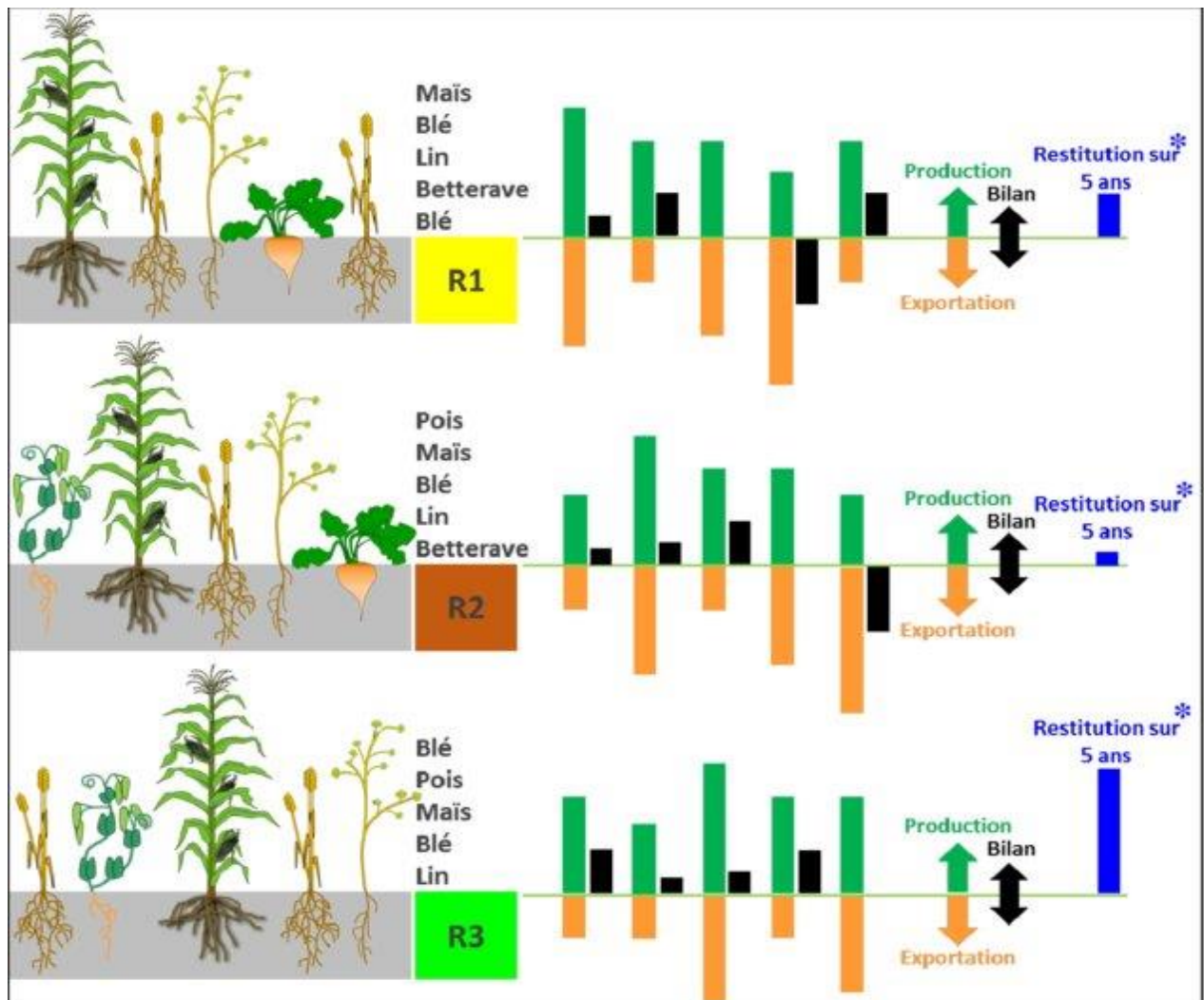


Figure 25. Présentation de l'impact de la rotation de culture sur le bilan de restitution dans le sol sur 5 ans (Verzeaux, 2017).

La construction d'une rotation est un processus de plusieurs étapes : en premier lieu, il faut prendre connaissance des caractéristiques propres à chaque espèce. Il s'agit entre autres : D'influence sur le milieu (éléments minéraux, structure du sol, impact sur les adventices ou les cultures suivantes) ; D'adaptation au sol et au climat ; De caractéristiques techniques et économiques (Bonte, 2010).

La prise en compte de ces spécificités permet d'organiser les successions culturales. Aucune culture ne possède d'avantages en tout point. Par exemple, les cultures rentables présentent généralement des inconvénients d'ordre agronomique, comme des besoins en azote élevés ou une forte sensibilité aux adventices. La prise en compte de ce constat est essentielle pour envisager la construction d'une rotation cohérente (Bonte, 2010).

I.9.3 Choix de culture

Les premiers éléments qui conditionnent le choix des cultures sont le contexte pédoclimatique et la valorisation (le débouché est indispensable). Compte tenu de ces contraintes, le raisonnement agronomique peut intervenir. Les interactions entre les cultures et le milieu sont nombreuses et parfois difficiles à appréhender. Le tableau 1 et 2 en présente quelques-unes :

Tableau 1. Les principales interactions entre culture et milieu (Bonte, 2010).

Impact sur les minéraux	Impact sur les adventices	Impact sur les agents pathogènes
Certaines plantes tendent à diminuer le stock d'éléments minéraux du sol alors que d'autres auront une action neutre voire améliorante (cas des légumineuses pour l'azote).	Certaines cultures ont un effet nettoyant grâce à une forte concurrence vis-à-vis des adventices (par la lumière, les nutriments ou l'eau) ou grâce à des pratiques culturales spécifiques à la culture. D'autres seront considérées comme salissantes	Il existe des plantes hôtes, d'où la nécessité d'éviter leur succession pour limiter la conservation des agents pathogènes sur une même parcelle.

Tableau 2. Les principales caractéristiques de quelques cultures (Bonte, 2010).

Luzerne	Apport d'azote important et culture très nettoyante. Amélioration de la structure du sol avec ses racines profondes et puissantes. Le débouché est dépendant de la région concernée (absence d'élevage et d'une usine de déshydratation à proximité = aucun débouché).
Féverole	Apport d'azote, conduite technique facile. Possibilité de biner si écartement large. Débouché assuré (fabricants d'aliment pour le bétail).
Blé	Culture par excellence en grandes cultures biologiques : rémunératrice, débouché assuré, mais exigeante en azote et assez salissante.
Triticale	Bonne couverture du sol, donc participe à la lutte contre les adventices. Débouché assuré (fabricants d'aliment pour le bétail).
Avoine	Bonne lutte contre les adventices et moins exigeante en azote que le blé. Le marché est plus limité (prix bas en valorisation animale, valorisation possible en floconnerie si existence d'un marché).
Maïs	Culture rémunératrice permettant une bonne gestion des adventices mais exigeante en azote et en eau. Débouché assuré (fabricants d'aliment pour le bétail).
Colza	Crucifère permettant de bien casser les cycles répétés de céréales. Culture binée. Conduite technique parfois difficile, forte variabilité des rendements. Pas de problème de débouché (huilerie).
Tournesol	Culture d'été peu exigeante en azote et en eau, par opposition au maïs. Débouché huilerie.

I.9.4 Choix de la succession des cultures

La prise en compte des spécificités de chaque culture permet d'établir des successions culturales. Il existe quelques principes à respecter. On conseille généralement d'alterner :

- Légumineuses (fixatrices d'azote atmosphérique) et cultures exigeantes en azote ;
- Cultures salissantes et nettoyantes ;
- Cultures d'hiver et d'été (pour rompre le cycle des bio-agresseurs) ;
- Cultures à enracinements différents (meilleure gestion des nutriments, amélioration de la structure du sol).

On conseille également (liste non exhaustive) :

- Qu'une partie des légumineuses de la rotation soit gérée comme des prairies temporaires régulièrement fauchées (la lutte contre les adventices sera accrue) ;
- D'éviter les successions de céréales ;
- De respecter le délai de retour des plantes (exemple : tous les 3 ans pour le blé) ;
- D'éviter les sols nus en hiver (érosion, fuites d'azote).
- Le choix d'une grande diversité de cultures au sein de la rotation permet de respecter au mieux les principes énoncés ci-dessus.

I.9.5 Le coût de rotation

Le coût de production permet d'appréhender la compétitivité d'une culture. Exprimé en €/tonne, il est utilisé pour mesurer des performances économiques ou se comparer à un groupe. Par rapport aux marges, il présente l'avantage de ne pas prendre en compte les prix de vente, qui peuvent être variables dans l'espace et dans le temps (Bonte, 2010).

Le coût de production se calcule à la culture et non à la rotation. Nous nous focaliserons par exemple sur le blé tendre : il s'agit de la culture la plus représentée stratégiquement et la plus répandue dans le système de production intensif. C'est également une culture commune à tous les cas-types. Dans les paragraphes qui suivent, nous aborderons uniquement le coût de production complet du blé tendre.

La figure 10 expose des coûts de production du blé variables sur l'ensemble des cas-types. Ils se situent entre 160 et 410 €/tonne pour une moyenne de 287 €/t (en jaune). La relation entre coût de production et rendement est manifeste : une forte productivité permet de réduire les coûts de production. Cette relation n'étant pas parfaite, cela signifie que le montant des charges est différent d'un blé à l'autre, ce que nous allons analyser (Bonte, 2010).

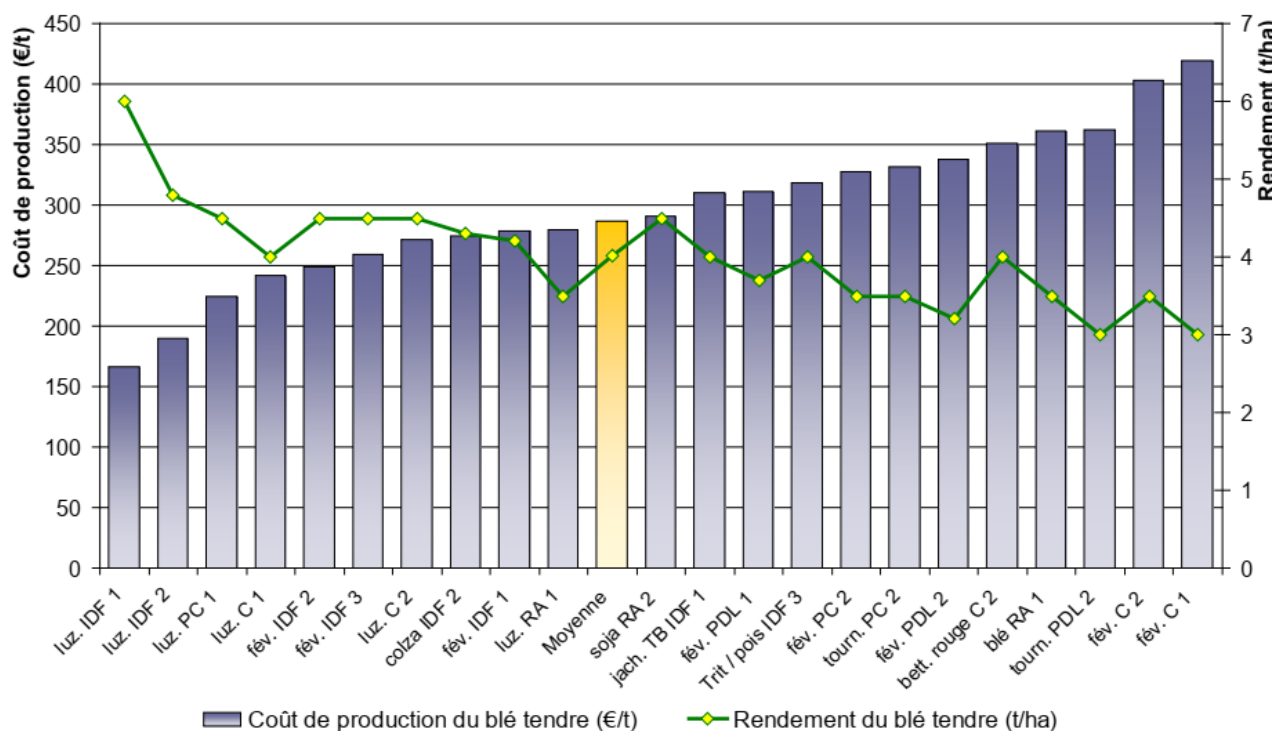


Figure 26. Le coût de production de blé tendre dans le cas de rotation par culture précédente (Bonte, 2010).

I.9.6 Exemple de rotation

Pois-colza-blé-blé

Le pois et le colza permettent de gérer les graminées adventices (vulpin, ray grass), habituelles en rotations céréalières, et les blés permettent de gérer les adventices dicotylédones (rumex...).

En poussant plus loin le concept on arrive à

Pois de printemps-colza-blé-maïs

On conserve les avantages de la rotation précédente tout en gérant qui plus est le salissement au printemps dans le maïs et le pois, avec en plus une interculture longue entre le blé et le maïs, pouvant être de légumineuses, donnant la possibilité une forte économie sinon une suppression de l'apport d'azote sur le maïs.

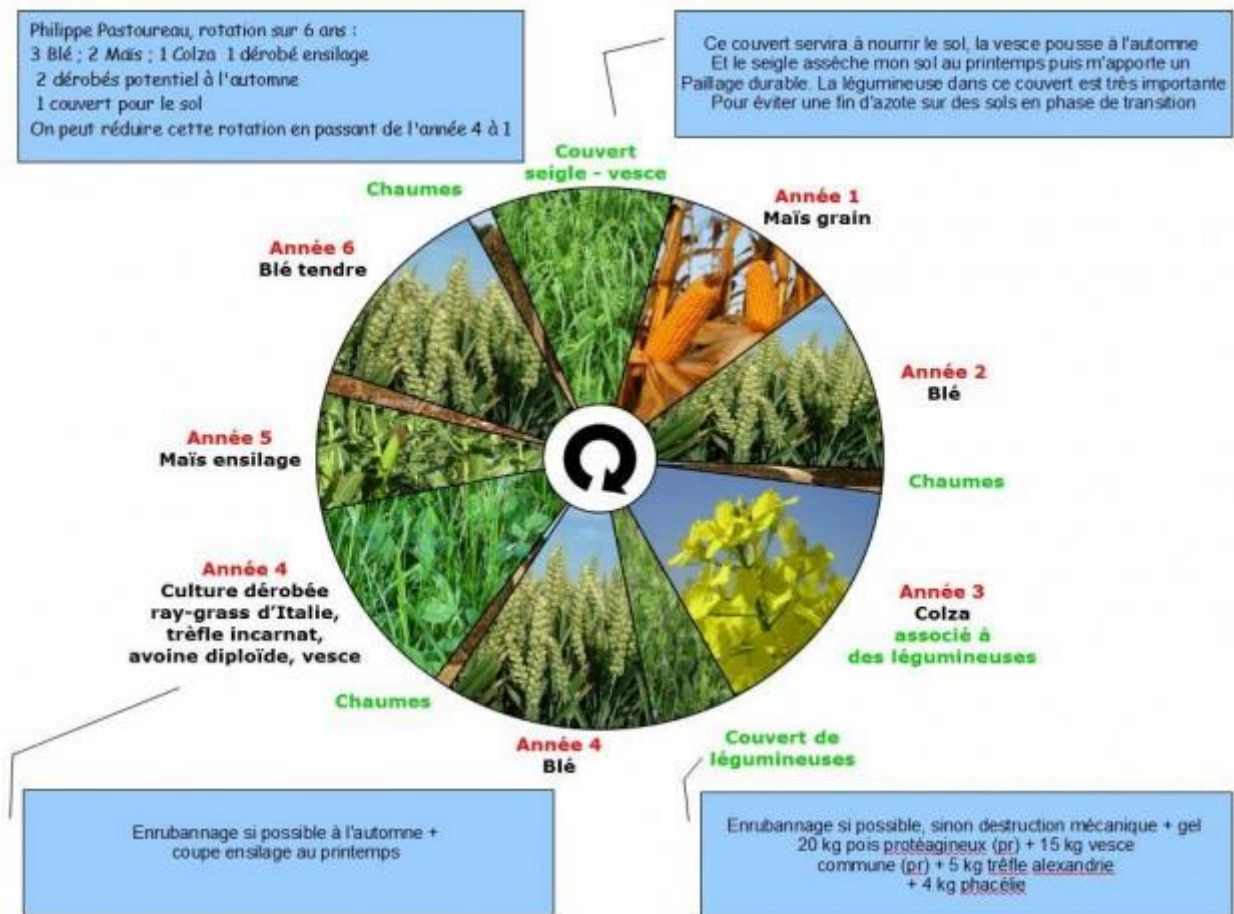


Figure 27. Exemple culturelle d'un assolement avec rotation

En considérant et prendre en considération les risques d'infestation adventices du tableau 1, et selon votre région, une bonne rotation des cultures peut être aménagée suivant les exemples donnés dans les tableaux 2 pour les exploitations aux Pays-Bas et en Espagne (CAI, 2017; Houben, Brinks, Salomons, & Cara, 2020).

Tableau 3. Risque d'infestation an adventices dans une rotation (CAI, 2017).

SUCCESSIONS CULTURALES	Graminées d'automne	Graminées estivales	Chardons	Liserons	Rumex
Blé/Blé	Risque élevé	Risque diminué ou sans effet	Risque diminué ou sans effet	Risque diminué ou sans effet	Risque diminué ou sans effet
Maïs/Maïs	Risque diminué ou sans effet	Risque élevé	Risque diminué ou sans effet	Risque élevé	Risque diminué ou sans effet
Maïs/Blé	Risque diminué ou sans effet	Risque élevé	Risque potentiel	Risque potentiel	Risque diminué ou sans effet
Prairie/Maïs/Blé	Risque diminué ou sans effet	Risque diminué ou sans effet	Risque diminué ou sans effet	Risque diminué ou sans effet	Risque élevé
Pois/Blé/Orge	Risque potentiel	Risque diminué ou sans effet	Risque potentiel	Risque diminué ou sans effet	Risque diminué ou sans effet
Colza/Blé/Orge	Risque élevé	Risque diminué ou sans effet	Risque diminué ou sans effet	Risque diminué ou sans effet	Risque diminué ou sans effet
Colza/Blé/Pois/Blé	Risque potentiel	Risque élevé	Risque potentiel	Risque diminué ou sans effet	Risque diminué ou sans effet

Risque élevé
 Risque potentiel
 Risque diminué ou sans effet

Tableau 4. Exemple d'une bonne rotation d'une culture dans une exploitation Agricole (Houben, Brinks, Salomons, & Cara, 2020).

PROPRIÉTÉS DU SOL	PAR- CELLE	ANNÉE 1		ANNÉE 2		ANNÉE 3		ANNÉE 4		ANNÉE 5		ANNÉE 6		ANNÉE 7		ANNÉE 8				
Argileux	A1	Pomme de terre		Betterave sucrière	Blé	Blé	Blé	Oignon	Carotte	Pomme de terre		Oignon	Blé	Blé	Blé	Oignon	Carotte			
Argileux	A2		EV Moutarde	Pomme de terre		Blé	Blé	Blé	Blé	Blé	Blé	Oignon	Carotte	Oignon	Blé	Blé	Oignon	Carotte		
Argileux	B1	Oignon	EV Moutarde		Blé	Blé	Blé	Blé	Oignon	Blé	Oignon	Carotte	Oignon	Blé	Blé	Oignon	Carotte	Oignon	Carotte	
Argileux	B2	Carotte		Blé	EV Ravis	Betterave sucrière	Blé	Blé	Blé	Blé	Blé	Oignon	Carotte	Oignon	Blé	Blé	Oignon	Carotte	Oignon	Carotte
Sableux	C1	Blé		Betterave sucrière	Blé	Blé	Blé	Oignon	Carotte	Pomme de terre		Oignon	Blé	Blé	Blé	Oignon	Carotte	Oignon	Carotte	
Sableux	C2	Blé	EV Ravis	Betterave sucrière	Blé	Blé	Blé	Blé	Blé	Blé	Blé	Oignon	Carotte	Oignon	Blé	Blé	Oignon	Carotte	Oignon	Carotte
Sableux	D1	Betterave sucrière	Blé		Blé	Blé	Blé	Oignon	Carotte	Pomme de terre		Oignon	Blé	Blé	Blé	Oignon	Carotte	Oignon	Carotte	
Sableux	D2		Blé	Blé	Blé	Blé	Blé	Oignon	Carotte	Pomme de terre		Oignon	Blé	Blé	Blé	Oignon	Carotte	Oignon	Carotte	

Chapitre II: Système extensif

L'agriculture, en tant que pratique humaine, est en quelque sorte une confusion de forces naturelles et de capital de travail humain. Les agriculteurs manipulent les conditions autant que possible par leur propre sang, leur sueur et leurs larmes, mais doivent ensuite se tourner vers la nature pour régler le reste. Combien de temps, d'argent et de travail un agriculteur est-il obligé d'investir ? Combien un agriculteur laisse-t-il à la nature ? Ce rapport temps-travail-terre va de « une quantité décente » à « à chaque instant de veille ». Nous utilisons le terme "agriculture extensive" pour classer l'agriculture qui se situe davantage vers l'extrémité "quantité décente" du spectre.

Il existe de nombreux types de cultures qui ne sont ni pluviales ni irriguées, ce qui est inclus dans divers types d'agriculture. L'agriculture extensive, c'est l'un des plus connus et des plus pratiqués de notre pays. C'est un système de production végétale qui profite beaucoup plus du sol et des ressources naturelles pour pouvoir produire à long terme. En le faisant de manière plus naturelle, il faut des parcelles avec un grand nombre d'hectares et qui combinent les ressources que la nature offre avec le travail des agriculteurs (Jardinage, 2023).

II.1 Définition

L'extensivité est une notion relative. L'agriculture extensive est une agriculture qui consomme moins de facteurs de production par unité de surface. Elle tend à exploiter un milieu sans le détériorer et de ce fait s'apparente à une agriculture « soutenable » ou « durable ». Une agriculture faiblement utilisatrice d'intrants (comme des engrais chimiques par exemple), réduit les impacts négatifs sur l'environnement, mais elle peut entraîner une moindre productivité par unité de surface (impliquant moins d'export d'éléments organiques et minéraux) (Kremen, Iles, & Bacon, 2012).

L'agriculture extensive est un système de production agricole qui ne maximise pas la productivité à court terme du sol en ne faisant pas appel à des intrants chimiques, à l'arrosage ou au drainage, mais plutôt aux ressources naturellement présentes sur place. Pratiquée généralement sur de vastes étendues, elle se caractérise par des rendements à l'hectare relativement faibles et par un plus grand nombre d'emploi par quantité produite, mais avec des revenus parfois très bas, dans les pays pauvres notamment mais aussi en France. C'est

une agriculture qui permet souvent une certification "Agriculture biologique" quand elle est accompagnée de la non-utilisation d'intrants chimiques mais tous les agriculteurs ne la revendiquent pas.

L'agriculture extensive est une mesure de l'utilisation des terres et de la quantité d'intrants personnels nécessaires à la gestion de la ferme. L'agriculture extensive comprend, par exemple, une ferme de trois acres avec cinq bovins qui sont élevés pour le bœuf. L'agriculteur doit maintenir l'infrastructure de la ferme et s'assurer que le bétail reste en bonne santé, mais l'apport de main-d'œuvre est relativement faible par rapport à de nombreuses autres fermes : les vaches peuvent essentiellement prendre soin d'elles-mêmes (S.S., 2022).

L'agriculture extensive se distingue de l'agriculture intensive dans la mesure où cette dernière, employant de grandes quantités en terme de travail et de capital, qui permet d'appliquer des engrais, des insecticides, des fongicides et des herbicides et cultiver et souvent récolter mécaniquement. Comme l'agriculture extensive produit un rendement par unité de terre inférieur, son viabilité commerciale nécessite de grandes superficies des terres pour être rentable. Cette demande signifie que l'agriculture extensive doit être pratiquée là où la valeur des terres est faible par rapport au travail et au capital, ce qui signifie que l'agriculture extensive est pratiquée là où les densités de population sont faibles et donc généralement à une certaine distance des marchés primaires (Parul, 2011).

II.2 Caractéristiques de système extensif

L'agriculture extensive s'oppose à l'agriculture intensive, qui se caractérise par des rendements à l'hectare très élevés et dont la forme extrême est l'agriculture hors-sol.

Donc nous parlons d'un système de production agricole qui utilise un grand nombre d'hectares pour combiner les ressources qu'offre la nature avec le travail de l'agriculteur. De cette manière, il est possible de produire des cultures à grande échelle mais sans trop exploiter la nature. De cette façon, il est possible de produire des cultures avec une vitesse qui permet au sol de se régénérer entre les récoltes (Jardinage, 2023).

L'agriculture extensive est un mode d'agriculture dans lequel les rendements sont bas. On produit peu dans une surface donnée. Liée souvent aux conditions naturelles des régions où elle est pratiquée. La principale caractéristique de l'agriculture extensive, comme son nom l'indique,

est qu'elle se déroule sur de grandes superficies. Sa production à l'hectare est bien inférieure à celle des cultures intensives car le territoire n'est pas autant utilisé ou le sol est surexploité (Jardinage, 2023).

Une autre caractéristique de l'agriculture extensive est qu'elle nécessite moins de travail. Elle ne nécessite guère beaucoup de machines industrielles pour son exploitation, donc maintenant aussi en matière. La plupart de cette agriculture recueille toutes ces cultures pluviales qui nécessitent très peu d'entretien. C'est ainsi que le territoire est utilisé pour pouvoir étendre les cultures et obtenir une bonne production (Jardinage, 2023).

Le manque d'eau de pluie défavorise l'élevage du fait de la petite surface herbeuse accompagnée souvent de la pauvreté du couvert végétal : les éleveurs doivent disposer de grandes surfaces pour pouvoir nourrir annuellement leurs troupeaux. C'est le cas des éleveurs nomades peuls du Sahel africain, ou des Masaïs de Tanzanie.

Pour le cultivateur, le manque d'eau pendant une partie de l'année ne lui permet de faire qu'une seule récolte. Le manque d'engrais naturels (en particulier le fumier) faute d'un bétail suffisant contraint aussi le paysan à pratiquer la jachère, c'est-à-dire il doit renoncer à cultiver une partie de ses terrains pendant une année, afin de permettre le rechargement de la partie superficielle du sol en éléments nutritifs pour les plantes.

C'est le système le plus utilisé dans le monde et selon les pays, il prend des formes variées, et est appréhendé différemment. Ce type d'agriculture est utilisé dans des pays disposant de vastes étendues d'espaces, comme au Kazakhstan et dans la majorité des pays africains (Jool, 2022).

II.2.1 Principales cultures de l'agriculture extensive

Ces variétés de cultures sont les plus fréquentes en agriculture extensive (Jardinage, 2023) :

- Les céréales : à partir de là, nous mettons principalement en évidence la veine, l'orge, le blé et le seigle.
- Légumineuses : les plus cultivés sont les pois chiches et les pois.
- Arbres fruitiers : l'olivier et l'amandier se démarquent.
- Vignoble : la vigne est l'une des cultures extensives les plus répandues dans toute la zone méditerranéenne.

- Des légumes : certains légumes tels que l'oignon et le melon sont cultivés en agriculture extensive.

Comme la plupart de toutes ces cultures sont pluviales, l'utilisation des ressources en eau par l'homme est assez limitée. On cherche à tirer parti de ces ressources de la nature pour pouvoir leur offrir une humidité nécessaire à leur développement.



Figure 28. Exemple de quelques cultures pratiquées dans l'agriculture extensive

II.3 Typologie de système extensif

On distingue généralement plusieurs formes d'agriculture extensive :

- Une forme traditionnelle rencontrée dans les pays du tiers monde, qui utilise des moyens techniques limités et une main-d'œuvre relativement nombreuse, du fait de ce faible niveau de mécanisation (Fig. 29).



Figure 29. Exemple d'agriculture extensive traditionnelle en Afrique

- Une forme moderne, très mécanisée, propre aux pays industrialisés « neufs » qui disposent d'immenses étendues, notamment en Amérique du Nord ou en Asie centrale (Kazakhstan), mais ont souvent une main-d'œuvre limitée. Dans ce cas le caractère extensif ne se rapporte qu'au sol, la productivité de la main-d'œuvre étant au contraire très élevée (Fig. 30).



Figure 30. Exemple d'agriculture extensive modern élevage et arboriculture

- Une agriculture visant la protection voire la restauration de la biodiversité (avec ou sans mesures agro-environnementales) et cherchant notamment pour cela à limiter l'eutrophisation du sol et de l'eau.

II.3.1 Agriculture extensive biologiques

L'agriculture est une des activités humaines les plus fondamentales puisque toute personne doit se nourrir chaque jour. L'histoire, la culture et les valeurs collectives sont liées à l'agriculture. Ces principes concernent l'agriculture au sens large, comprenant la façon dont les hommes entretiennent le sol, l'eau, les plantes, et les animaux afin de produire, de préparer et de distribuer la nourriture et les autres biens. Ils concernent la manière dont les personnes interagissent avec les paysages vivants, sont liés les uns aux autres et forment l'héritage pour

les générations futures. Les principes de l'Agriculture Biologique servent à inspirer le mouvement Biologique dans toute sa diversité. Ils guident les prises de position, les programmes et les règles élaborées par IFOAM. Ils sont, de plus, présentés en vue de leur adoption dans le monde entier (Eyhorn, Heebe, & Weidmann, 2005).

Beaucoup (en général les pionniers de l'Agriculture biologique et les acteurs des pays en voie de développement) considèrent l'Agriculture biologique comme un ensemble de pratiques agricoles respectueuses des équilibres de la nature et du bien-être animal. L'Agriculture biologique se veut une alternative "durable" au modèle agricole productiviste (Langlais, 2007).

L'IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements) définit dans cette optique une liste de principes techniques et éthiques pour l'Agriculture biologique. Ces principes sont (Fig. 31) (Tieya, 2016) :

- écologiques : ils prévoient le maintien et l'amélioration de la qualité des sols et la réduction des pollutions, l'utilisation de végétaux et d'animaux adaptés au milieu, le recyclage des déjections, le bien-être animal, l'économie d'énergie ;
- Sociaux et humanistes : ils mentionnent le rapprochement entre producteurs agricoles et consommateurs, l'équité dans les relations commerciales avec les producteurs agricoles, la solidarité internationale, le maintien des paysans à la terre ;
- Economiques : la promotion d'entreprises à échelle humaine, le maintien de marchés locaux, de prix équitables pour les produits qui en font partie.

L'agriculture biologique est connue par ces spécificités et caractéristiques comme suite (Le-Douarin, 2020) :

- Le mode de production est basé notamment sur la non-utilisation de produits chimiques de synthèse et d'OGM3 et fait l'objet de règles rigoureuses définies dans des cahiers des charges publics.
- L'appellation bio est protégée : elle donne une garantie légale sur la qualité des produits.
- Pour commercialiser des produits issus de l'agriculture biologique, tout opérateur (producteur, préparateur, distributeur ou importateur) doit avoir été contrôlé par un

organisme certificateur agréé par les pouvoirs publics et disposer des certificats correspondants.

- Les contrôles annuels (approfondis et inopinés) portent sur l'ensemble du système de production.

La surface mondiale cultivée suivant le mode biologique (certifiée et en conversion) a été estimée à près de 71,5 millions d'hectares fin 2018. Elle représentait 1,5 % de l'ensemble du territoire agricole des 186 pays enquêtés par FIBL/IFOAM. Près de 2,8 millions d'exploitations agricoles certifiées bio ont été enregistrées en 2018. Dans certains pays, les statistiques ne sont pas disponibles, ce nombre est donc sous-estimé (Fig. 32) (Le-Douarin, 2020).

Les surfaces Bio non agricoles (principalement dédiées à la cueillette et à l'apiculture) représentaient 35,7 millions ha en 2018. Elles ont été multipliées par 8,7 en 19 ans. 47 % de ces surfaces étaient localisées en Finlande, en Zambie et en Tanzanie.

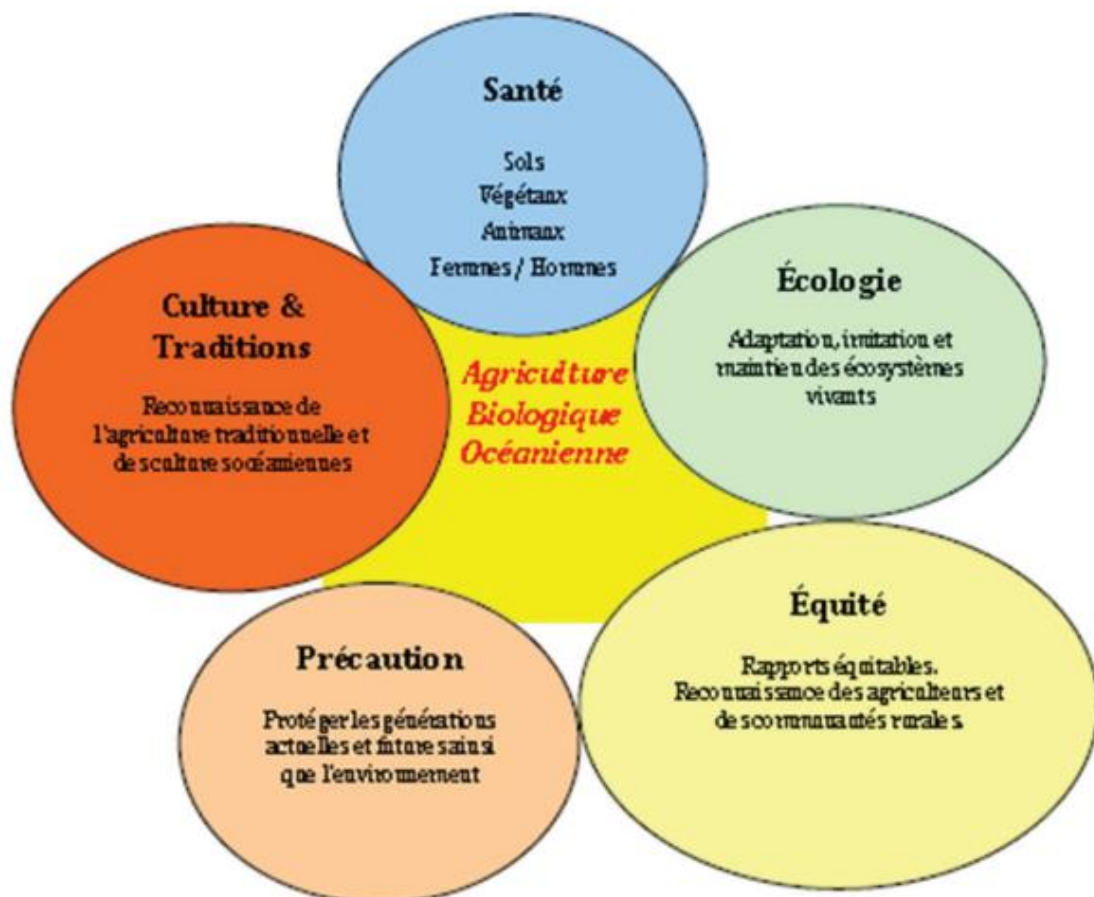


Figure 31. Les principes qui fondent l'agriculture biologique

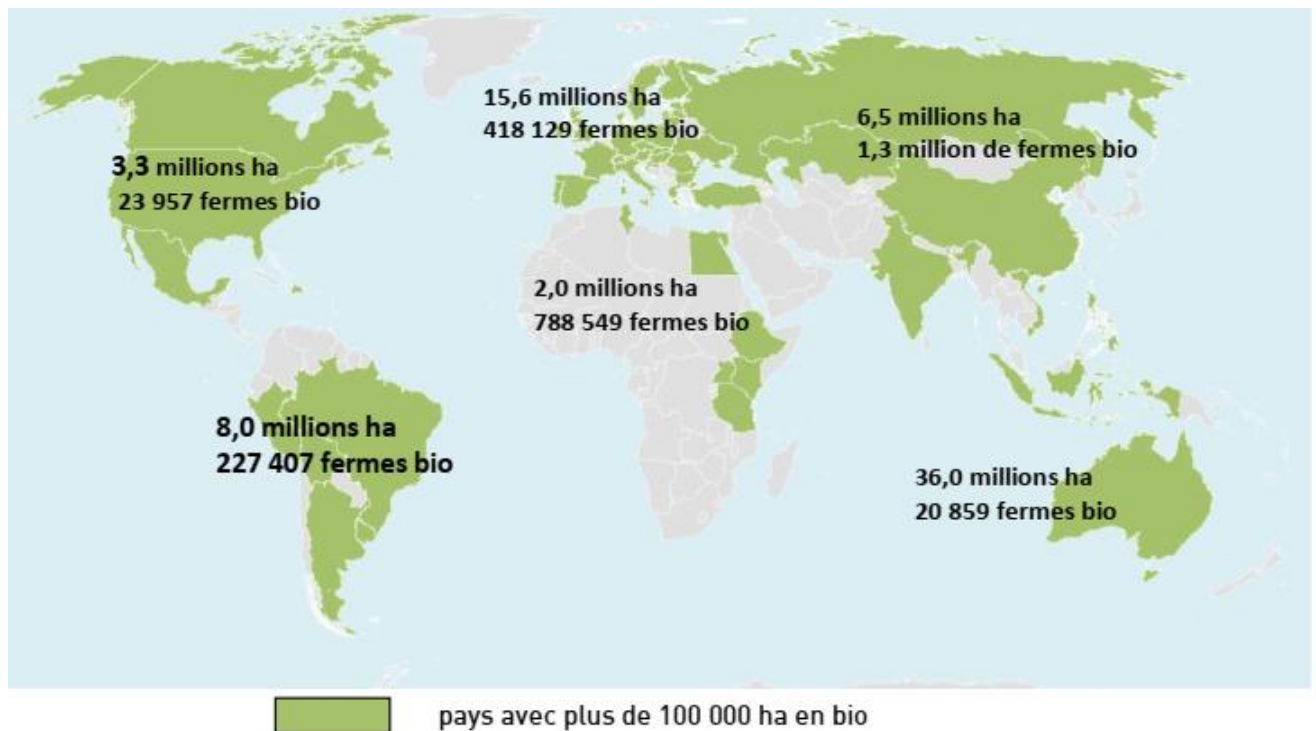


Figure 32. Répartition des surfaces exploitées Bio dans le monde (Le-Douarin, 2020).

II.3.2 Agriculture de conservation

La transition vers des formes durables d'agriculture reposant sur l'usage de processus écologiques et répondant aux exigences et contraintes des agriculteurs et de la société est un réel défi pour le monde agricole. De nombreux agriculteurs ont d'ors et déjà initié cette transition (Michel, 2014).

L'agriculture de conservation, c'est-à-dire une forme d'agroécologie visant en priorité à la restauration de la structure et de la biodiversité des sols, avec une exclusion du labour profond au profit de techniques culturales simplifiées, et avec un recours modéré aux pesticides (y compris à l'occasion le fameux glyphosate...) (Stoop, 2020).

L'agriculture de conservation ou agriculture écologiquement intensive est un ensemble de techniques culturales destinées à maintenir et améliorer le potentiel agronomique des sols, tout en conservant une production régulière et performante sur les plans technique et économique. Cet ensemble de techniques permet une meilleure rentabilité économique à long terme en réduisant le besoin en intrants (engrais, produit phytosanitaire, carburant) sans les interdire (Laurent F., 2015).

Pour concevoir des systèmes agricoles totalement durables, productifs et le moins dépendants possible des intrants externes comme le pétrole et la chimie, il est nécessaire de remettre en cause certains des dogmes agricoles aussi bien modernes qu'anciens. L'agriculture de conservation va exploiter des phénomènes biologiques (travail des vers de terre, fixation de l'azote par les légumineuses, phénomènes d'allélopathie, structuration mécanique du sol par les racines) pour optimiser la production agricole (Lahmar, 2018).

L'Agriculture de Conservation repose sur trois fondamentaux (Chevrier & Barbier, 2002) :

- La suppression du travail du sol : Un sol vivant n'est jamais retourné ou mélangé, les sols vivants naturels ont d'excellentes aptitudes agronomiques : porteurs sans être compactés, sans battance, facilement explorés par les racines, très peu sensibles à l'érosion, riches en matière organique, ils retiennent bien l'eau et l'engrais.
- La rotation : Chaque culture va réagir de façon plus ou moins intéressante avec un précédent donné. Un blé après maïs est déconseillé à cause de la fusariose, par contre une légumineuse avant un colza est très bénéfique. L'important est d'alterner les familles de plantes : crucifères (colza, radis, moutarde), graminées (blé, maïs), légumineuses (pois, fèverole, vesce, luzerne) et Astéracés (tournesol, nyger). Cette alternance réduit les pressions parasitaires, chaque plante va aussi apporter un effet particulier sur les sols (azote avec légumineuse, structuration avec maïs) permettant de maintenir et d'améliorer les qualités agronomiques du sol.
- Les couverts améliorants : Le sol ne doit jamais être découvert. Entre chaque culture de vente un couvert doit être installé après la récolte (après une céréale à paille on peut semer jusqu'à 48h après la moisson, au-delà l'humidité est perdue). Certains systèmes sont encore plus extrêmes et permettent d'implanter le couvert dans la culture précédente, ce qui permet une reprise de végétation plus rapide par la suite. Ce système est très intéressant pour les inter-cultures courtes, typiquement entre deux cultures d'hiver. Il est par exemple possible de laisser végéter une luzerne sous un blé, contrôlé par des faibles doses d'herbicide, puis de la laisser repartir après la moisson. Le couvert est composé d'une ou plusieurs espèces mélangées. Un bon couvert doit se développer vite pour étouffer les adventices et accumuler un maximum de matière organique (au moins 4 tonnes de matière sèche par hectare, les meilleurs couverts s'approchent de 20t de MS par ha). Il doit être facile à détruire (idéalement par un simple roulage

mécanique), ne pas laisser de graines viables et libérer ses minéraux pour la culture suivante. Certains agriculteurs valorisent leur couvert comme fourrage, ce qui permet de réintroduire des animaux dans des fermes céréalières. Les fumiers issus de l'élevage permettent alors de réduire les besoins en engrais chimiques et d'avoir un système agricole moins dépendant des apports extérieurs (Fig. 34).



Figure 33. Aperçu d'un système de culture en semis-direct sous couvert végétal. (A) Broyage d'une composition multi-espèces de couvert végétal. (B) Semis d'un blé d'hiver utilisant un semoir spécialement. Vue du champ après (C) broyage et (D) broyage plus semis-direct d'un blé d'hiver. (E) Vue sur une parcelle de haricot vert de conserve (Verzeaux, 2017).

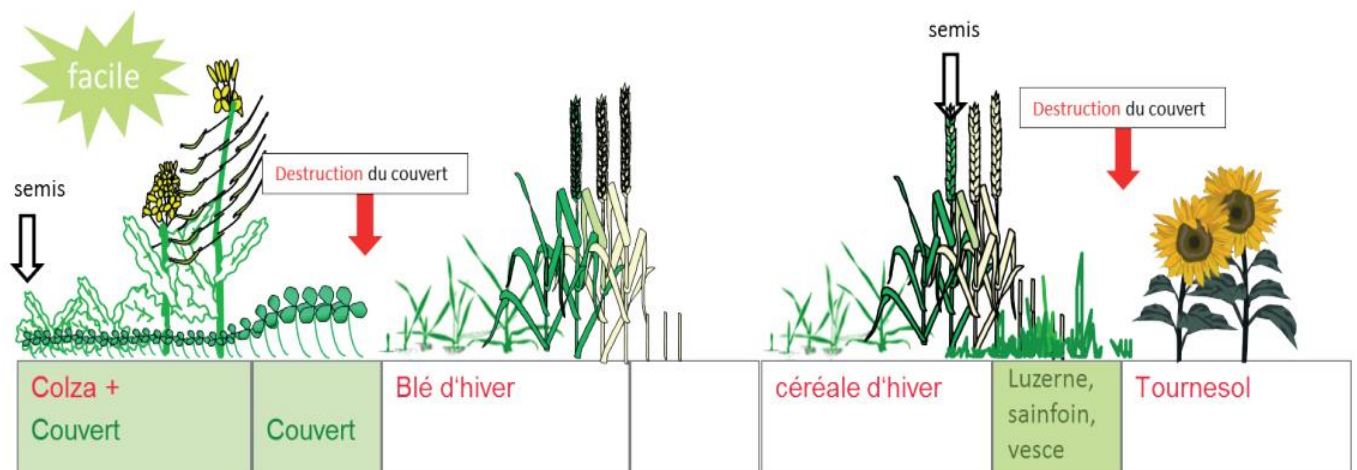


Figure 34. Schéma de semis direct avec un couvert végétal et succession des cultures

II.4 Persistance des formes extensives

La persistance de ces formes d'agriculture extensive est liée à différents facteurs (Bessaoud, 2019) :

- Manque de main-d'œuvre ;
- Manque de moyens financiers (lié au sous-développement) ;
- Structures sociales et traditions d'une région ou d'une communauté ;
- Mode de propriété (latifundia, systèmes communautaires ou Arche) ;
- Les contraintes agro-climatiques naturelles, conjuguées aux effets plus récents du changement climatique, pèsent sur le développement de l'agriculture algérienne, contraignant les agriculteurs l'adoption de systèmes de culture extensifs dans les zones d'agriculture pluviale. Ainsi, en 2017, plus de la moitié des 8,5 millions d'ha que compte la SAU est consacrée au système céréales-jachère. On recense plus 1,2 million d'exploitations agricoles et près de 70 % des exploitations disposent d'une superficie inférieure à 10 ha. Il n'en reste pas moins que, ces deux dernières décennies, le secteur agricole, qui représente près de 13 % de la population active, a été le moteur de la croissance économique du pays ;
- Volonté ou obligation de protection de l'environnement, de protection ou restauration du sol (lutte contre l'érosion, lutte contre la désertification, maintien de la biodiversité).

Elle révèle dans certains cas une faible maîtrise du territoire, ou au contraire une gestion (traditionnelle ou moderne) adaptée à la pauvreté ou vulnérabilité de certains sols ou milieu. Les réformes agraires ont presque toutes visé à intensifier les systèmes agraires, parfois avec des effets pervers (dégradation des sols, salinisation, épuisement de nappes phréatiques, agriculture dépendante au pétrole ou aux importations de soja, blé, etc.) (Wikipédia, 2022).

Pour des raisons de protection de l'environnement contre l'eutrophisation par les engrais et contre les impacts des pesticides dans les pays riches comme dans les pays pauvres des primes et encouragement à une agriculture plus extensive sont apparus dans les années 1990, notamment en Europe avec les mesures agri-environnementales dans le cadre de la Politique agricole commune ou sur certains sites Natura 2000 (Wikipédia, 2022).

En Europe, l'agriculture extensive dans les années 1970-1980 été assimilée à l'agriculture traditionnelle propre à certaines régions défavorisées sous l'angle des conditions naturelles :

agriculture de montagne, agriculture traditionnelle de certaines régions méditerranéennes, élevage en zone humide. La politique agricole commune qui a favorisé à ses débuts l'intensification de l'agriculture s'oriente depuis sa dernière réforme, adoptée en 2003, vers une nette désintensification, notamment par le découplage des subventions par rapport à la production (Wikipédia, 2022).

II.5 Exemple d'un système extensif

Le système pastoral extensif : Il s'agit d'un élevage extensif qui utilise des parcours très vastes et dans lequel plus de 50 % du revenu brut provient de l'élevage. L'alimentation du cheptel est fournie essentiellement par le pâturage naturel. Ce dernier dépend des précipitations tant sur le plan qualitatif que quantitatif. Aussi, la baisse des précipitations influe négativement sur la valeur nutritive des espèces herbacées. La strate ligneuse contribue également à l'alimentation des animaux en période de soudure en saison sèche (CSE, 2000). En effet, c'est un élevage basé essentiellement sur une utilisation flexible des parcours avec des déplacements d'amplitudes variables. Dans ce type d'élevage, les animaux doivent faire face à des conditions particulièrement difficiles, telles que les longues distances à parcourir, les déséquilibres alimentaires, l'insuffisance et la mauvaise qualité de l'eau, toutes conditions qui imposent à la fois la rusticité et la mobilité. Ce qui exige de nombreuses compétences de la part des pasteurs (Bencherif, 2011).

Système pastoral extensif : La steppe algérienne était un vaste espace de pâturage partagé entre des tribus nomades qui en faisaient leur principale ressource, et le nomadisme pastoral était commun à toutes les tribus de la steppe. En effet, la steppe où les troupeaux passaient une partie du printemps, du début de l'été et de l'automne, constituait la zone de départ et de transit vers le nord ou vers le sud. Au moyen de leurs chameaux et de leurs chevaux, bien adaptés, les pasteurs avec leurs familles effectuaient de longs déplacements. Les itinéraires à emprunter étaient établis grâce aux éclaireurs qui partaient à l'avance examiner l'état des pâturages. Les caravanes se déplaçaient seules ou groupées. On y trouvait des chameaux porteurs de « bassours »⁴¹ qui transportaient femmes et enfants, d'autres chargés de tentes et d'autres matériels, de sacs de grains et de divers produits. Les bergers, les chevaux, les chiens de garde, les ovins et les caprins, partaient devant. Les nomades achetaient des dattes et des chameaux au Sahara (dont une partie était revendue dans la steppe et dans le Tell) et du blé, de l'orge et de l'huile d'olive et des tissages dans le Tell (dont une partie était revendue dans la steppe et le Sahara). Et ils

vendaient moutons et laine tant dans le Tell que dans le Sahara. Les nomades établissaient aussi de forts liens avec les populations des zones de transhumance (Fig. 35) (Bencherif, 2011).

Ces déplacements permettaient un bon équilibre socioéconomique entre les régions, à travers les échanges de produits, de marchandises et de mains d'œuvre, et permettaient aussi un bon équilibre écologique, grâce la complémentarité entre les orientations de production des différentes zones (l'élevage pour la steppe, la céréaliculture pour le Tell, et les autres produits agricoles comme les dattes pour le Sahara). Grâce aussi à la mise en repos saisonnière de tous les parcours fréquentés par les troupeaux transhumants pendant une partie de l'année (Bencherif, 2011).

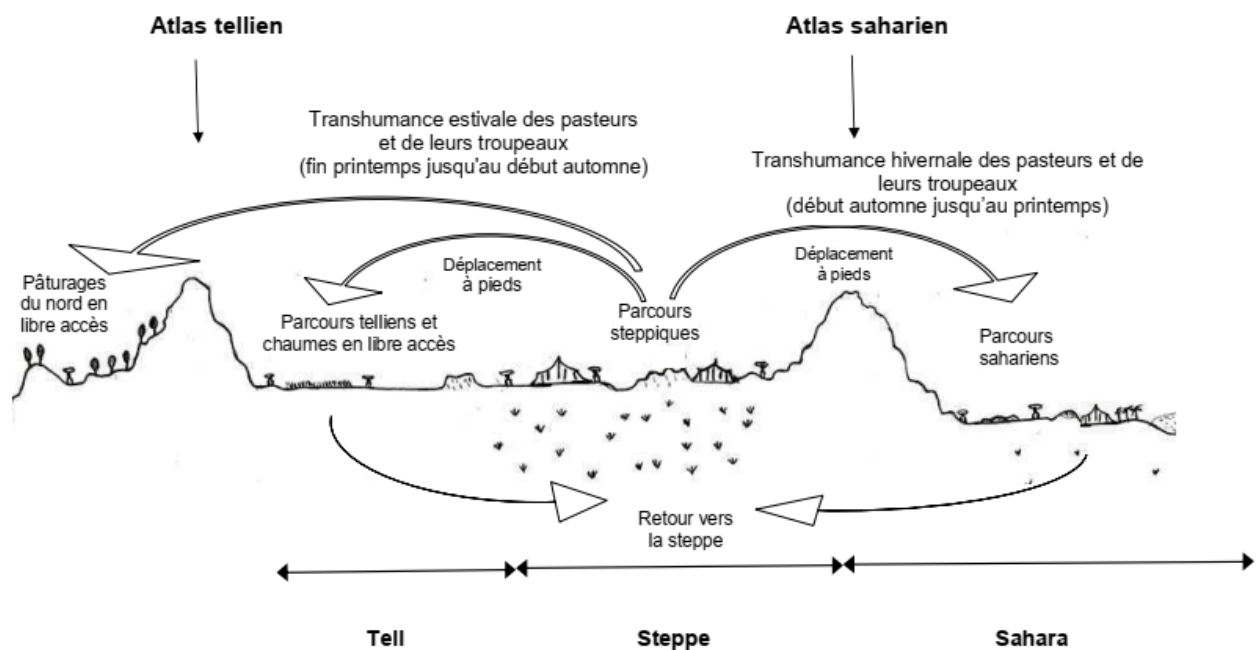


Figure 35. Mouvements des pasteurs et de leurs troupeaux dans les systèmes d'élevage pastoraux « traditionnels » (Bencherif, 2011).

Les principales contraintes sont :

- l'alimentation du cheptel est basée sur les pâturages naturels soumis aux aléas climatiques, aux feux des brousses et à la pression des cultures ;

- la faiblesse de l'investissement public et privé dans le secteur qui se traduit par l'insuffisance des infrastructures de base (pistes de production dans la zone sylvopastorale, ouvrages hydrauliques, etc.) ;
- la faiblesse des mécanismes de gestion durable des ressources ;
- l'absence d'une sécurisation foncière pour les activités pastorales,
- la faiblesse du potentiel laitier des races locales dont la production.
- La productivité animale est assez faible mais elle est compensée par un effectif élevé et c'est l'agrandissement de la surface qui assure un certain renouvellement des ressources plutôt que leur reproduction par une gestion appropriée.
- Sont donc actuellement des systèmes très extensifs (100 à 150 ha par travailleur) avec une très faible productivité, inférieure à celle des céréales mécanisées.

Système semi-intensif: Ce système utilise les sous-produits agricoles. Il est confronté à l'extension des surfaces agricoles au détriment des surfaces pastorales. Le principal atout pour l'élevage est l'abondance des résidus agricoles. En effet, on note une forte diversité de spéculations dont les résidus avec une grande valeur nutritive pour le bétail. La pression foncière induit un phénomène d'intensification mais la baisse des ressources naturelles nécessite le recours à des compléments qui explique les coûts de production plus élevés que dans la zone du Ferlo (Broutin et al, 2000). C'est dans ce système que l'on trouve les essais les plus récents d'implantation de petites filières de lait local (la mise en place de petites unités de transformation de lait) (Ba Diao, 2003).

Les principales contraintes sont :

- la faiblesse des mécanismes de gestion durable des ressources ;
- le sous-équipement et le faible niveau de technicité des producteurs ;
- la réduction des zones de pâturage ; - le coût élevé des intrants

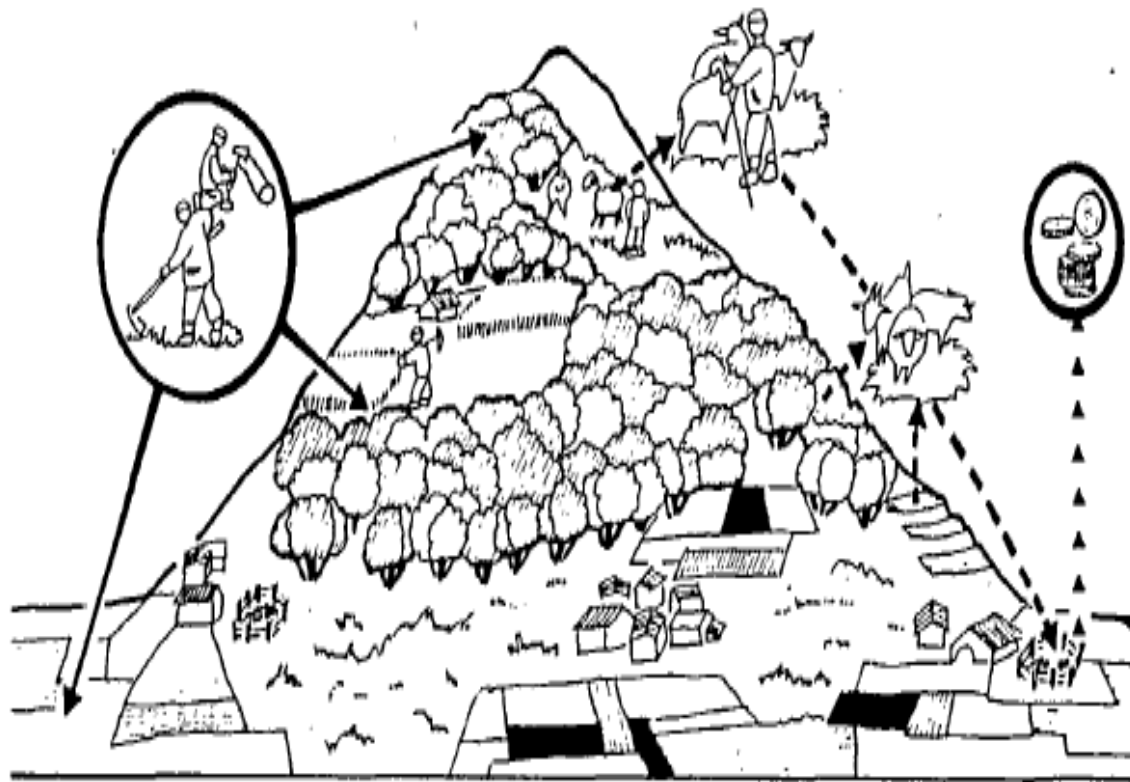


Figure 36. Présentation schématique d'un système extensif

Chapitre III: Système Oasien

Les régions sahariennes traditionnellement agricoles, de par l'histoire de ses communautés, son organisation sociale, sa situation géographique, ses potentialités géomorphologiques et agronomiques et une certaine maîtrise des systèmes de cultures spécifiques à ses terroirs, de par aussi des blocages actuels et les contraintes de tout ordre, pourront contribuer substantiellement à l'extension de la SAU par l'irrigation d'importantes superficies. Des potentialités importantes en eau et en sol y existent. Leur exploitation rationnelle contribuera de manière significative à l'augmentation de la production agricole. C'est dans ce contexte qu'a été lancée la loi de mars 1983 portant Accession à la Propriété Foncière Agricole (APFA) qui constitue le cadre juridique de mise en place d'une nouvelle agriculture qui touche l'ensemble du territoire national avec une dominance de $\frac{3}{4}$ dans les régions sahariennes qui s'explique par leurs potentialités en eau, terre et soleil (Zenkhrri, 2017).

L'économie des régions sahariennes repose essentiellement sur l'agriculture, qui constitue la principale source de revenus, pour une population rurale largement dominante (72% contre 50,3% au niveau national), concentrée dans les Ksours et au niveau des oasis (Cote, 1992).

La connaissance et la caractérisation des divers systèmes de production en place demeurent comme étant les étapes les plus indiquées quant à une meilleure appréhension du monde rural dans toutes ses composantes.

III.1 Définition

Avant J.C., le mot « oasis » 450 Utilisé par le géographe Hérodote. Ce même mot se retrouve dans le copte, le libyco-berbère et signifiant l'origine lieu habité. Hérodote parlait d'oasis pour décrire l'agglomération de Kharga en Egypte. Ce mot nous est ensuite parvenu par les grecs, peu modifié, et repris ensuite de certains auteurs arabes. Il est en fait maintenant très souvent et abusivement employé pour désigner une palmeraie dattier bien que de nombreuses oasis continentales froides (comme les oasis de la route de soie en Chine) ou côtières ne comportent pas de palmier (Munier, 1973).

Les oasis peuvent se définir comme des espaces cultivés intensivement dans un milieu désertique ou fortement marqué par l'aridité (définition reprise par Lacoste, 1985). Cette aridité

se caractérise en général par un déficit important entre précipitations et évaporation, déficit dû aux températures élevées, aux vents desséchants fréquents. La vie dans les oasis s'organise autour de la ressource la plus rare : l'eau. L'oasis est dans les déserts une petite région où la présence d'eau permet la culture.

L'oasis (littéralement « lieu habité ») est un espace cultivé intensivement dans un milieu désertique. Ces écosystèmes domestiqués, fondés sur une multitude de méthodes de mobilisation de l'eau, partagent un certain nombre de caractéristiques tout à fait originales : des systèmes de polyculture-élevage, un étagement de la végétation dont la strate dominante est souvent constituée de palmiers dattiers, des systèmes de cultures très intensifs, et une organisation collective de l'espace (Battesti V. , 2005; Bouaziz, Hammani, & Kuper, 2018).

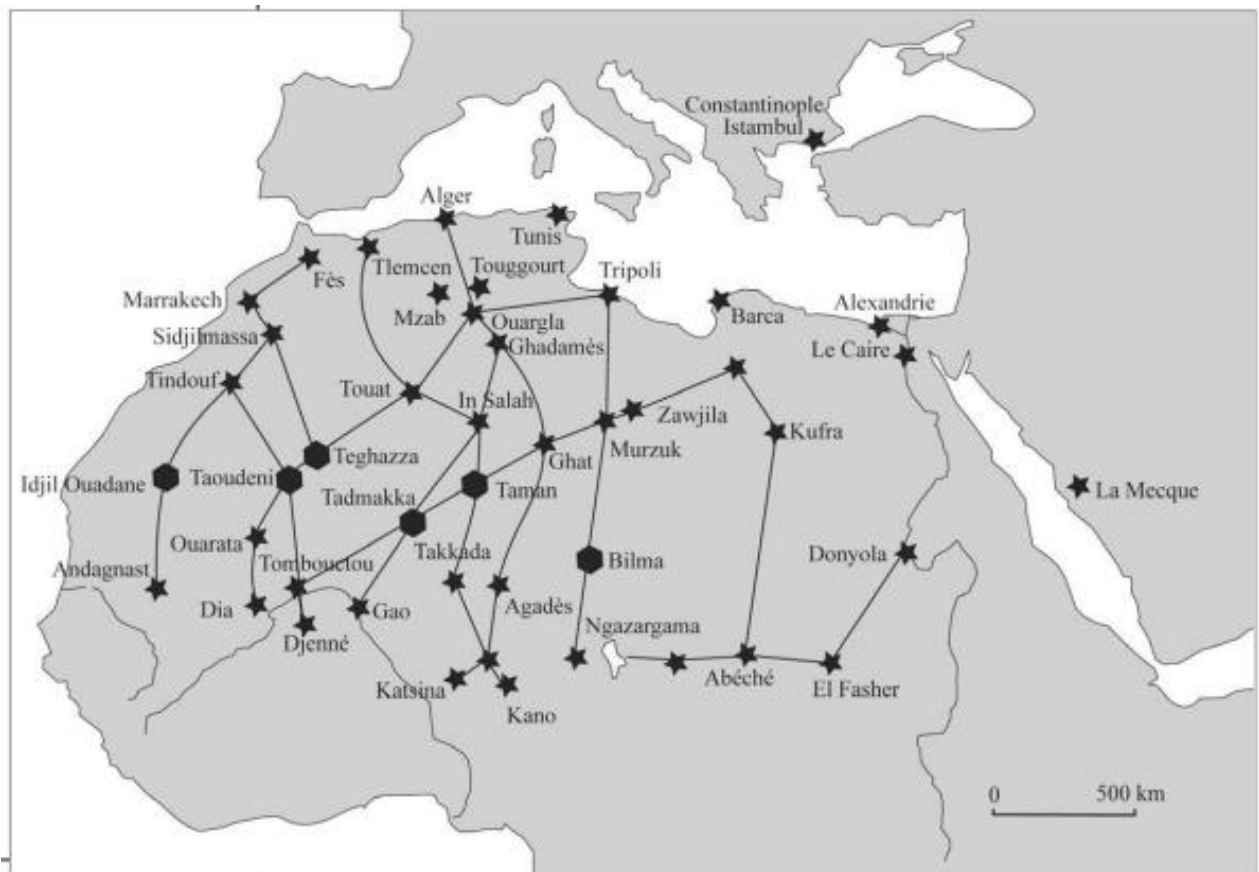


Figure 37. Carte de répartition des oasis et des routes transsahariennes (Rétaillé, 1986).

L'oasis est un écosystème spécifique adapté aux zones extrêmement arides. C'est un agroécosystème dont la structure dépend principalement des composantes désert-oasis-rivières. Les différentes composantes (climatique, hydrique, édaphique, végétale, animale et humaine)

sont fortement interdépendantes et interagissent les unes avec les autres, ce qui rend le système oasien à la fois complexe et fragile (Vidal, 2005; Guojing, Ye, Xie, & Zhou, 2010).

Les oasis dans le monde ont joué à travers leur histoire, différentes fonctions d'escale, d'échange, de refuge et de production. Elles font vivre actuellement environ 10 millions d'habitants dans différents points du globe ; certaines d'entre elles se développent, d'autres sont en crise. L'agriculture de subsistance généralement pratiquée dans ces régions demeure de type extensif ; les intrants sont faibles et la mécanisation très limitée.

La notion de *palmeraie* est parfois synonyme de plusieurs jardins (ou exploitations), qui se présentent en continuité, et parfois synonyme d'une simple exploitation. Faut-il comprendre la palmeraie comme une plantation de palmiers dattiers ou comme un écosystème plus complexe ? ; Donc la palmeraie est une succession de jardins aussi différents les uns des autres du point de vue architecture, composition faunistique, floristique, âge, conduite, entretien, conditions microclimatiques...etc et qui forment un ensemble assez vaste qui nous rappelle l'aspect d'une forêt (Bouammar, 2009).

III.2 Les systèmes de production Oasien

Nous tenons ici à souligner les caractéristiques propres aux systèmes de production oasiens qui, en dépit de leur diversité, présentent des spécificités en rapport avec le milieu saharien. Le climat saharien est caractérisé par un déficit hydrique à tous les niveaux, conséquence d'une faible précipitation conjuguée aux fortes températures et une grande luminosité. L'agro système des palmeraies est un système qui permet d'atténuer l'évaporation, la turbulence des vents et la luminosité. Ainsi, l'agriculteur cherche à déterminer un équilibre entre les différentes strates (palmiers dattiers, cultures arbustives, cultures herbacées) afin d'obtenir une production agricole optimale et de réduire au maximum les effets néfastes du climat environnant (Bouammar, 2009).

Selon l'origine de l'eau d'irrigation, parfois les oasis s'étirent jusqu'à former des lignes de terroir en continu, parfois elles sont plutôt des îles dans l'océan minéral. L'imagerie maritime est assez fréquente pour parler du désert. Les oasis seraient des îles ou des ports, le désert, une mer de sable et les dromadaires, des vaisseaux du désert (une métaphore particulièrement marquante pour l'imaginaire européen : en pratique, nombre de touristes sont déçus de ne pas

toujours trouver du sable autour des oasis, bien que ces zones sableuses ne représentent qu'un septième du Sahara) (Battesti V. , 1998).

La société oasienne évolue et cherche à s'adapter à la nouvelle donne économique, des producteurs tentent de le faire également par la mécanisation, les cultures a haute marge, l'élevage, etc. (Conforti et Tonneau, 1999). L'inter et de la connaissance de la diversité des systèmes de production est de comprendre les spécificités de l'activité agricole dans une région et d'en saisir la dynamique d'ensemble, afin de remédier aux des dysfonctionnements et de promouvoir ainsi un développement harmonieux (Ababsa, 1997).

Les différents types d'organisation pour l'accès à l'eau, les localisations géographiques diversifiées des oasis, des sociétés agraires qui les peuplent et le rôle qu'elles ont joué sont autant de critères qui permettent de caractériser plusieurs types de systèmes de production oasiens toujours fonctionnels à la fin du XXsiècle., malgré quelques vicissitudes.

Les systèmes de production peuvent subir des modification ou des déséquilibres du fait des effets externes qui sont le résultat des actions des pouvoirs publics (programmes, politiques agricoles....) ou des événements conjoncturels (effets du marché, concurrences de produits extérieurs, phénomènes naturels....). Ces changements sont le produit des effets de l'environnement de l'exploitation (Bouammar, 2009).

III.2.1 Diversité des zones naturelles et situation

Selon la diversité des zones naturelles de leur implantation, (Ababsa, 1997), fait état d'une typologie des oasis algériennes regroupant :

- Oasis de montagne (Mechounèche, Oualach, Djenat, El Oualdja, Siar...)
- Oasis de vallées (Oued Righ, Oued Mya, Oued Mezab, Saoura...)
- Oasis d'Erg (Souf, Tenarkouk, Taghouzi...)
- Oasis de Dayas (Guerara, Sidi Khaled...)

La situation agro-climatique, en Tunisie (Lasram, 1988), induit des types d'oasis bien marqués où les systèmes de culture se différencient nettement (capacité de maturation des dattes par exemple). En distingue trois types d'oasis individualisent :

- Les oasis côtières autour de Gabès,
- Les oasis d'altitude de Tamerza et Chebika et
- Les oasis continentales du Djérid et du Nefzaoua.



Figure 38. Les différentes oasis par différentes régions géographiques en Algérie

III.2.2 L'accès à l'eau

C'est logiquement autour de l'eau que se sont organisées les oasis traditionnelles. Elles ont mis en place des formes d'organisations sociales complexes via des droits et des usages de l'eau. Par définition, l'oasis traditionnelle est « une société où le contrôle de l'eau constitue un pilier de l'organisation oasienne très hiérarchisée, expression d'un consensus général dans certains cas mais plus d'un rapport de force dans d'autres » (Battesti.V 2002). Ainsi, en fonction de l'accès à la ressource et des organisations sociales établies, les oasis historiques ont vu se mettre en place diverses modalités de gestion de l'eau. Cette gestion intègre cinq étapes principales : la collecte de l'eau, son stockage, la distribution, la répartition, le contrôle et la gestion des conflits (Benslimane , 2021).

Les phéniculteurs irriguent leurs palmiers dattiers tantôt avec les eaux superficielles, tantôt avec les eaux d'origine souterraine ou avec les deux à la fois. La phéoniculture utilise les eaux de rivières à écoulement permanent (Draâ, Ziz, Rheris, Siar...) par des prises d'eau (épis, barrages, et Sed de dérivation...) prolongées d'une séguia qui amène par gravité l'eau d'irrigation aux champs. Elle capte les sources dont l'eau est amenée par une seguia principale qui se ramifie pour alimenter des Majènes ou bassins d'irrigation à partir desquels on distribuera l'eau aux palmiers dattiers (Zibans, Tassili-N'Ajjer...). Les nappes phréatiques sont également exploitées par des puits (à poulie, à balancier, à motopompe) dans beaucoup d'endroits de la zone phéonicole d'Afrique du Nord. Les norias ne se rencontrent que dans le Nord du Sahara (Tafilalt, Oued Righ) (Fig. 39) (Toutain , Dollé , & Ferry , 1990).

La phéoniculture utilise aussi dans plusieurs régions la foggara (Khetarra - galerie souterraine) qui, dans sa partie amont, collecte l'eau du sous-sol et l'amène en surface, par une pente appropriée, en tête du terrain planté (Touat, Gourara, Tidikelt, Sarro...). Une variante de la foggara est le fossé drainant creusé dans le lit de l'oued ; il est souvent très peu couvert en amont (puits communiquant) et à ciel ouvert ensuite. On trouve aussi des puits artésiens dont l'eau jaillit en surface sous l'effet de la pression hydrostatique et arrose de nombreuses palmeraies (Oued Righ, Ouargla, Tidikelt, El Golea...) (Toutain G. , 1967).

On peut, détermine des systèmes d'irrigation et de production différents. Dans les oasis de grandes vallées, l'irrigation par écrêtage de crues et petits barrages permet d'associer aux cultures oasiennes des cultures de décrues. Ceci n'est plus possible dans les oasis de piémont irriguées par des galeries drainantes (foggara) ou les oasis excavées (Souf en Algérie) dans l'Egr sableux.

Généralement les Oasis dépend de la nature et de l'exploitation de la ressource en eau, la nature du sol et topographie. On distingue dans cette Çtude quatre types (Zella & Smadhi, 2006) :

- L'Oasis situe dans les dépressions de l'erg, l'eau d'irrigation est extraite de la nappe phréatique par puits et forage (Oasis de Ouargla).
- L'Oasis situe dans des Ghouts ou l'eau d'irrigation est puisée par capillarité (Oasis d'El Oued).
- L'Oasis fluviale, approvisionnée en eau des oueds (Oasis du Ghoufi, du M'Zab, d'Oued Bachar).
- L'Oasis de dépression alimentée en eau par les foggaras (Oasis d'Adrar, Timimoun).

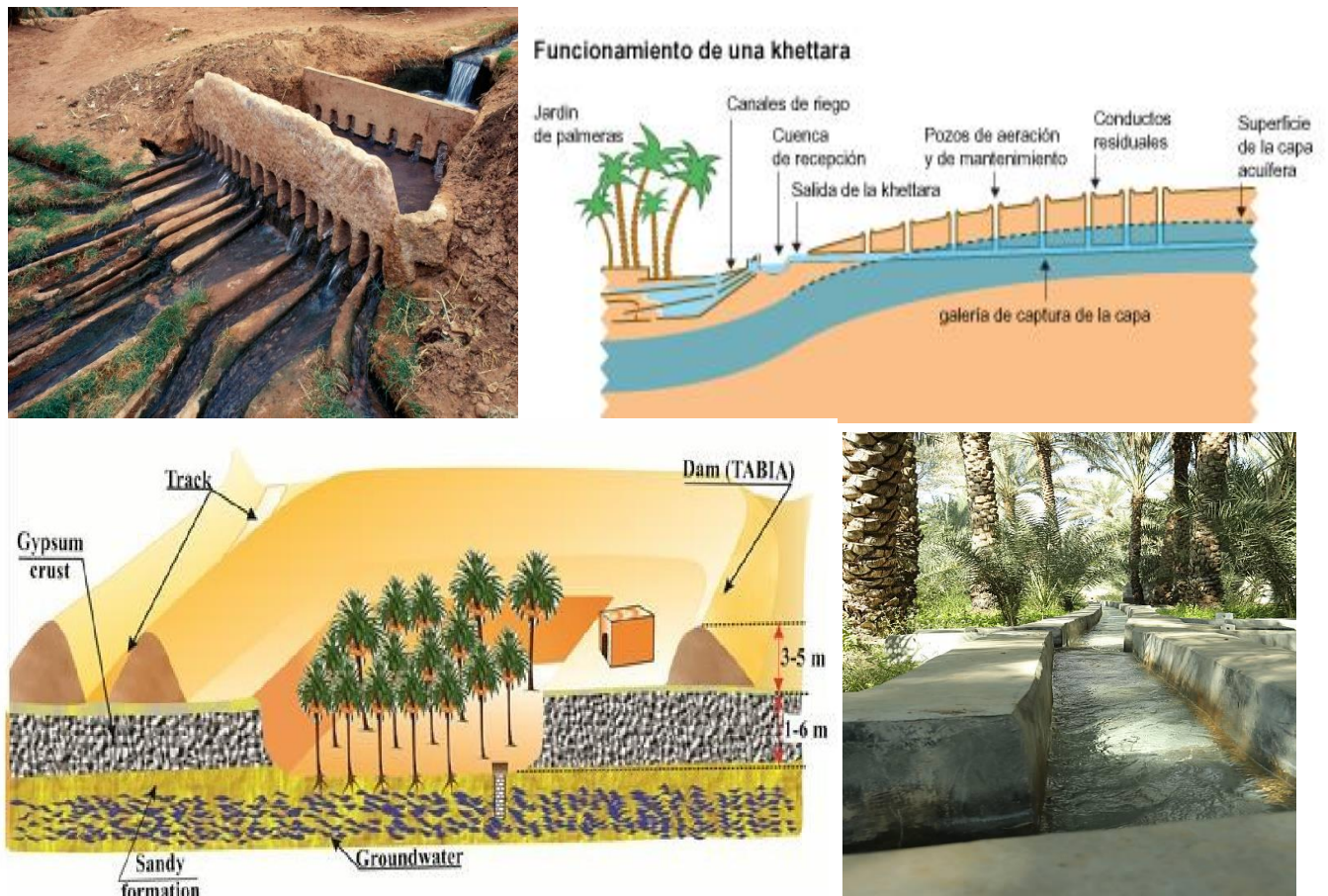


Figure 39. Exemple de différents système d'irrigation dans les oasis traditionnelles

III.2.3 L'histoire de l'oasis

Il est de coutume, quand on s'intéresse à l'agriculture oasienne, de parler de secteur moderne et de secteur traditionnel avec tous les « préjugés » que cela suppose. Pour notre part et en matière d'approche, nous éviterons de nous enfermer dans le cliché dualiste, moderne-traditionnel où l'on assimile le système agricole ancien à un système archaïque, dépassé, « sclérosé », et le nouveau système à un système moderne évolué, performant et en pleine mutation (Toutain , Dollé , & Ferry , 1990).

Le système oasien qui se trouve sur l'ensemble de l'espace saharien couvre une superficie totale de l'ordre de 110.262 ha constitués principalement de palmeraies localisées dans les Ziban, Oued Righ, le Souf, la cuvette de Ouargla, le M'Zab, El Méniä, la Saoura, le Touat, Gouarrara et le Tidikelt. La superficie occupée par le palmier dattier au niveau de ces oasis est de l'ordre 92 336ha soit environ 60% du patrimoine phoenicicole (Zenkhrî , 2017).

III.2.3.1 L'ancien système oasien « El Oualjda et Siar »

Appelé aussi les oasis traditionnelles qu'il recèlerait en son sein, qualifiées actuellement ironie du sort du sobriquet de marginales bien qu'elles ont joué un rôle à dimensions multiples au plan socio-économique et nous citerons entre autres celles de renommées telles que Moghrar (Naama), Bousemghoun, (El Bayadh), Laghouat (véritables jardins idylliques), El-Kantara (Biskra), Ghoufi (Batna), Négrine (Tébessa),...etc (Zenkri , 2017).

Si cette dénomination (exploitation agricole) reste valable pour l'agriculture ancienne (en oasis, on parle de Ghaba : forêt en raison de la fonction écologique qui lui est assignée) elle reste inadaptée aux nouvelles unités de production agricoles, où cette entité reste seulement un lieu où se combinent deux facteurs de production (l'eau et le capital) et où même la propriété foncière reste tributaire de la notion de disponibilité de l'eau (Fig. 40).

Il est vrai qu'aujourd'hui, ce patrimoine phœnicicole avec ses 4077 ha de superficie est probablement loin de pouvoir offrir des revenus conséquents aux agriculteurs pour une vie se voulant décente du fait de son état de dépérissement et de dégradation avancée due à des contraintes techniques à origines diverses, relativement difficiles à déchiffrer (Zenkri, 2017).

III.2.3.1.1 Caractéristiques de l'ancien système

Il s'agit du système de culture séculaire d'oasis, constitué d'un micro-parcellaire en culture traditionnelle non mécanisée sous couvert de palmier. L'irrigation se fait à partir des foggaras, des puits ou de forages (ANRH, 1983).

Ce système de production qui a amorcé son déclin a toujours été une source alimentaire et économique pour les populations du sud Algérien, où habituellement on trouve en association avec le palmier dattier les cultures vivrières sous étage dont il est le garant. Ce système est répandu dans les palmerais traditionnelles avec des exploitations familiales de petite tailles (0,5 ha en moyenne). Les plantations de palmiers à distance inégale, à raison de 160 à 300 pieds par hectare (Zenkri , 2017).

La structure de l'exploitation ancienne (ou Ksourienne) répond à plusieurs fonctions :

- Une fonction écologique : lieu d'adoucissement du climat

- Une fonction sociale : lieu de repos et de villégiature, habitat (en Ouargla par exemple on parle de Tamezdought qui signifie habitat).
- Une fonction économique : la production est destinée principalement à l'autoconsommation.

Généralement ce système est caractérisé par la pratique des cultures suivante (Zenkhi, 2017) :

- La morphologie de la palmeraie traditionnelle se distingue par l'exigüité des exploitations qui la composent (La majorité des exploitations ont moins de 0,5 ha). Les plantations dont la dimension présente un degré raisonnable de viabilité sont essentiellement celles constituant les anciens domaines et certaines extensions réalisées au cours des 50 dernières années particulièrement dans le Sud Est (Toutain, 1979).
- L'évolution de la palmeraie s'est distinguée par une régression du nombre de palmiers productifs. Cette situation traduit l'état de vieillissement avancé de la palmeraie (plus de 43 % des plantations dépassent l'âge de 80 ans) et met en évidence le faible niveau des extensions et rajeunissement enregistré.
- La composante variétale de l'ensemble des oasis caractérise par : présente une prédominance totale de la Deglet Nour dans les zones les plus potentielles ; du Sud-Est (Ziban - Oued R'righ- Souf) et à un degré moindre dans la cuvette de Ouargla et le M'Zab. Il faut noter d'autres variétés Ghars (Molle) Degla Beida et Mech Degla (Sèches). En outre, une dominance exclusive des variétés dites «Communes" à faible valeur marchande dans les oasis du Sud - Ouest affectées déjà par le "BAYOUD", la seule variété "TAKERBOUCHT" résistante à cette maladie dans les palmeraies. (Touat - Gourara et Saoura).
- En ce qui concerne la situation hydrique, il est à signaler qu'à l'exception des petites oasis de l'Erg oriental et Occidental ; les ressources hydriques sont puisées à partir de 3 nappes aquifères (continental intercalaire - complexe terminal et de l'inféroflux) ainsi que les eaux de retenue ; dans certains cas (Ziban - M'zab).
- Depuis l'avènement de l'exploitation pétrolière dans les régions Sud du pays et singulièrement avec le développement intense de nouveaux secteurs d'activité, le travail en palmeraie apparaît de plus en plus contraignant pour la main-d'œuvre d'une manière générale et particulièrement les jeunes. (CDARS. 2000)

Cette situation, accompagnée d'un certain désinvestissement à l'égard de ce secteur, a conduit au développement d'un phénomène s'apparentant à un abandon de la palmeraie.

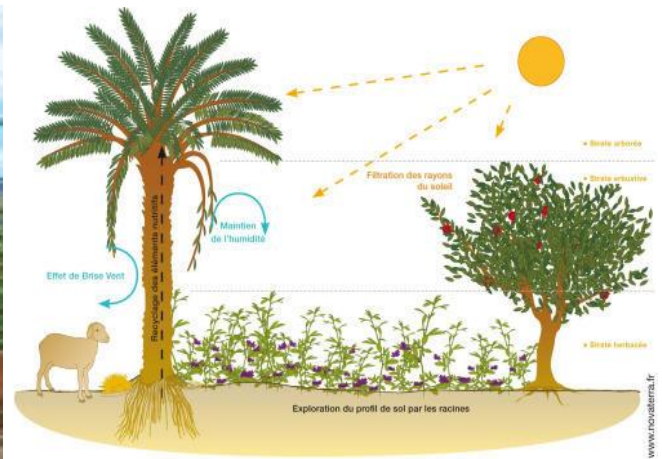


Figure 40. Exemple d'un ancien système oasien

III.2.3.1.2 Situation actuelle de système

En effet, les effets conjugués de tous les facteurs qui sont à la base de l'état de l'ancien système oasien actuellement symbolisé par les aspects réels suivants (Zenkri, 2017) :

- Le manque d'eau: fait relier lui-même à deux facteurs celui se rapportant à la sous-utilisation de la ressource et dans certains cas à des déficits évidents dans la mobilisation.
- Handicaps financiers et technique quant à l'exécution d'ouvrages hydrauliques, plus marqués encore dans le domaine de réalisation de forages.
- Difficultés liées à des problèmes tant techniques que matériel
- Difficultés d'entretien des foggars dans le cas des régions du Touat -Gourara et Tidikelt.
- Méconnaissance au niveau des structures décentralisées des capacités réelles des différentes nappes et leur état d'évolution rendant difficile, certaines projections de mobilisation.

- Absence de bilans d'exploitations actualisés et difficultés de contrôle technique pour prévenir les déséquilibres inhérents à une sollicitation démesurée des nappes.
- Faiblesse d'introduction de matériaux nouveaux pour l'étanchéité des réseaux traditionnels tout comme au niveau de la maintenance des systèmes existants.
- S'agissent du drainage des eaux excédentaires. La mobilisation, l'exhaure et l'utilisation de l'eau généralement salée (2 à 9g/l) ont le plus souvent présidé à la création de palmeraies.
- La dimension du problème de drainage qui touche pratiquement la quasi-totalité des plantations constitue un risque pesant et une contrainte majeure à l'évolution de ce secteur. Cette dimension tend par ailleurs, à prendre plus d'importance avec les diverses extensions réalisées en amont des anciennes palmeraies et également par les rejets d'eau usée libérées par les centres urbains en pleine expansion.
- L'âge moyen des agriculteurs du système oasien traditionnel appartient au groupe de 40 à 60 ans. La classe d'âge de moins de 40 ans réunit un taux faible (11 %), d'une façon générale l'âge des producteurs enquêtes varie entre 36 et 78 ans.

III.2.3.2 Le nouveau système oasien « Siar et Babar »

Dans les nouveaux périmètres on parle souvent de « Ferma » ou ferme agricole. La nouvelle exploitation agricole oasienne évolue dans un environnement capitaliste où le marché est un élément déterminant. Sa taille doit permettre une rentabilité économique sinon elle n'a pas lieu d'être. La plantation est alignée et conditionnée par des exigences d'ordre agronomique et technique. L'alignement des plantations confère souvent à l'exploitation son caractère moderne (Bouammar, 2009).

Fondé essentiellement sur l'émergence de nouvelles plantations agricoles et l'introduction des nouvelles techniques de production grâce à la loi 18/83 de l'Accession à la Propriété Foncière Agricole et regroupe les périmètres de la petite mise en valeur (exploitations agricoles de 1 à 5 hectares), la moyenne mise en valeur (5 à 30 hectares) et la grande mise en valeur (plus de 30 hectares).

Les oasis nouvelles de création récente par le biais de périmètres de mise en valeur réalisés dans le cadre de l'APFA avec 13 189 ha, attribués à 3.214 bénéficiaires, où l'activité phoenicicole

n'est nullement le support principal. L'initiation à la mise en valeur d'un type d'aménagement est peut-être le rôle le plus facile à cerner. Elle peut s'effectuer de deux façons (Zenkri, 2017) :

- La requête explicite pour l'application de la mise en valeur ou l'expression d'un désir pour créer un aménagement.
- Une initiation passive liée au seul consentement de l'exploitant. Les acteurs politico/économiques ont conscience des besoins de l'exploitant et entament un processus de choix pour combler la demande. »

Les nouvelles exploitations oasiennes sont des unités de production dont l'activité principale est de produire des productions de nature végétale ou animale destinée essentiellement à l'alimentation humaine ou de bétail. Ce nouvel espace oasien est le résultat d'une colonisation de l'espace désertique et de son aménagement. Elles peuvent être classées selon plusieurs critères ; notamment la taille, la nature des produits ou les systèmes de culture.

III.2.3.2.1 Caractéristiques des nouveaux systèmes oasien

Il s'agit des périmètres constitués en dehors des anciennes palmeraies, dans le cadre de la loi 83-18 portant Accession à la Propriété Foncière Agricole (A.P.F.A). Généralement on peut trouver, trois (03) types de périmètres qui diffèrent par la dimension des parcelles attribuées (S.A.T.) elle-même conditionnées par l'importance de la ressource hydrique mobilisée et la disponibilité des facteurs de production. On peut distinguer:

- Les petits périmètres de 1 à 5 ha : Il s'agit de superficies de petites attribuées individuellement. Les propriétaires sont originaires des Ksours Le système de production vise des produits destinés à l'autoconsommation et à la vente. Les cultures pratiquées sont : les cultures maraîchères de plein champ et sous serres, les cultures industrielles, les céréales, les fourrages, le palmier dattier et l'élevage familial caprin et ovin. La fertilisation est basée aussi bien, sur le fumier que sur les engrais minéraux, les semences et les rejets sont généralement issus des palmeraies traditionnelles.
- Les périmètres moyens de 30 à 70 ha : Les propriétaires de ce système (répondu principalement à travers les wilayas d'Adrar, Ouargla, Biskra, El-Oued.....) bénéficient de crédits bancaires et d'un forage, mais il arrive que certains exploitants fassent de l'autofinancement. Certains propriétaires pratiquent uniquement les cultures de plein

champ et sous serre, d'autre adoptent également le système pivot pour les céréales. Le type d'élevage, la mécanisation et la main-d'œuvre varient d'une exploitation à une autre en fonction des moyens financiers de chaque propriétaire.

- Les périmètres de jeunes de 30 à 120 ha : le système est de type coopération (5 à 6 bénéficiaires), chaque coopérative bénéficie d'un crédit bancaire, d'un forage, d'un pivot et d'un matériel agricole type tracté ou d'un véhicule de transport. La composante humaine du groupe est de la responsabilité des bénéficiaires et parfois par une commission représentant la wilaya et les organismes agricoles. Tous les travaux sont pratiquement réalisés par les bénéficiaires mêmes et il est rare qu'ils fassent appel à une main-d'œuvre. Certaines coopératives pratiquent l'élevage des caprins. En outre il est important de souligner l'impact de l'APFA au plan socio-économique et technique par les larges possibilités qu'elle offre pour : La création de nouveaux emplois stables et durables pour l'occupation des jeunes. La consolidation des revenus des populations agricoles à la faveur de la dynamique technique du secteur qui permet d'accéder à une économie de marché réelle.
- L'âge moyen des agriculteurs enquêtes du système de mise en valeur petits et moyens périmètres appartient au groupe inférieur à <40 ans. La classe d'âge située entre 35 et 40 ans réunit le taux le plus important (44 %), d'une façon générale l'âge des producteurs enquêtes varie entre 25 et 40 ans. Le niveau d'instruction des agriculteurs pour ce système de production se caractérise par le taux zéro d'an alphabétisation. Tous les exploitants enquêtes savent lire et écrire.



Figure 41. Exemple de nouveaux système oasien grande culture et phoeniciculture

III.3 Fragilité et menace de système oasien

Etant le résultat d'un contraste poussé, le système oasien avec sa diversité biologique et sa complexité, est en équilibre fragile et instable, dont toute perturbation risque de compromettre l'écosystème dans son ensemble (Khene, 2007).

Effet défavorable d'ouverture économique (Coût d'exploitation en augmentation, exode vers d'autres secteurs, concurrence commerciale, ...).

Maladie et ravageur notamment le Fusariose du palmier dattier qui au Maghreb menace l'existence du palmier et donc l'ensemble de la phytocénose. Dès son apparition cette maladie a envahi les palmeraies marocaines, du Sahara occidentale et centrale de l'Algérie, avec la destruction de 13 Mill de palmiers dont 10 Mill au Maroc.

Gestion non raisonnée des facteurs de production à conséquence désastreuses (Salinisation, déficit hydrique, hydromorphie, ensablement...).

Erosion génétique illustrée par la raréfaction voire la disparition des espèces ou des variétés autochtones, sous la pression du marché, pour le palmier dattier vers un nombre restreint de variétés principalement « Deglet Nour », et l'introduction des espèces et variété sans étude préalable de leur possibilité d'adaptation (Khene, 2007).

III.4 Exemple des systèmes de production Oasien (M'zab).

Une étude a été réalisée par (Houichiti, 2009). Dans le cadre d'identifier les systèmes de production de l'oasis de SEBSEB Ghardaia, où les enquêtes sur Sebseb, ont montré des pratiques culturelles communes, et d'autres spécifiques à des catégories d'exploitants. Ces dernières sont déterminantes sur la production agricole, elles découlent généralement de la situation de l'agriculteur, de ses propres objectifs et des conditions de son exploitation.

En effet, ce niveau de diversité correspond à l'organisation des systèmes de production. Par définition, le système de production "Est un ensemble structuré de moyens, combinés entre eux, pour assurer une production végétale et/ou animale, en vue de satisfaire les objectifs des responsables de la production" (JOUVE, 1986 in BEDU et al,1987).

Les systèmes de production identifiés à SEBSEB, sont :

III.4.1 Le système maraîcher

Le système de production maraîcher est centré sur les cultures maraîchères de plein champ, associées aux cultures fourragères, aux céréales et à la phoeniculture. Dans une stratégie de diversification et d'étalement des récoltes, il est recherché des produits variés et surtout répartis au cours de l'année, pour avoir un revenu périodique, stable et sécurisé.

III.4.1.1 Les caractéristiques

La superficie du jardin varie de 2 à 4 ha. Le terrain est totalement mis en valeur et la jachère est généralement de courte durée (6 mois à une année). L'exploitation doit être bien située par rapport aux chemins et d'accès facile pour les véhicules. Le terrain est plus ou moins plat et à texture équilibrée (pas trop sableux ni caillouteux).

L'exploitant entretient la fertilité de son sol par les amendements organiques, les labours, la rotation des cultures et la jachère successive des parcelles. L'irrigation se fait par submersion et les rigoles couvrent toute la surface, elles sont bien entretenues.

Le système de production maraîcher se base sur la production de légumes, les spéculations sont nombreuses mais n'ont pas la même importance. Sur la base de la superficie occupée, on peut classer ces cultures en 3 ordres d'importance (Table 4) (Fig. 41).

Table 4. Degré d'importance de différents spéculations de maraichage SEBSEB (Houichiti, 2009).

Classe d'importance	Superficie réservée	Cultures concernées
1 ^{ère}	$\geq 1/4$ ha (2500 m ²)	Carotte, pomme de terre, fève, potiron, aubergine, melon
2 ^{ème}	$\leq 1/4$ ha (200 à 2000 m ²)	Oignon, navet, pois, laitue, tomate, poivron, courge, courgette, pomme de terre
3 ^{ème}	Quelques m ²	Piment, radis, épinard, ail, céleri, persil, coriandre, menthe

Le maraichage représente la principale ressource. Une partie de la production couvre les besoins familiaux, les résidus de récolte servent d'aliments pour l'élevage familial. Ce bétail est souvent gardé près du ménage, car entretenu essentiellement par les femmes.

Le pratique des céréales joue plusieurs rôles : Elles permettent d'éviter la monoculture, par les rotations (légume/céréale/jachère). Le fourrage vert offre une rente intéressante, car demandé en permanence. Les grains rentrent dans la subsistance familiale.

Pour la phoeniciculture, la datte est considérée comme richesse dans le sens de diversité des produits, l'arbre contribue à la protection contre les vents, et les folioles sont indispensables pour la ligature des récoltes (légumes racines, feuilles et fourrages verts).

Les maraîchers ont des relations étroites avec le marché. La vente des récoltes est quotidienne et l'achat d'intrants est fréquent. Au début de saison, les légumes se vendent chez les détaillants de Metlili. En pleine saison, la récolte devient plus abondante, ils préfèrent à ce moment les marchés de gros (Ouargla et El-Goléa). Les membres de la famille sont la principale force de travail, mais souvent insuffisante. Des ouvriers saisonniers ou journaliers sont sollicités en périodes de pointe, telles que la confection des planches de culture, le semis et la récolte des certaines cultures de grande surface (carotte, pomme de terre et céréales).



Figure 42. Présentation d'un système de production maraichage dans la wilaya de Ghardaia

III.4.2 Le système arachidien,

C'est le système de production basé sur la culture d'arachide, associé à la phoeniciculture, dans une stratégie de recherche de revenu annuel sous forme globale. Les intrants sont très faiblement utilisés et le revenu monétaire dépend de la fertilité naturelle du sol et des fluctuations du marché.

III.4.2.1 Les caractéristiques

La superficie de l'exploitation varie de 2 à 4 ha. Le taux de couverture du sol est d'environ 50% et la protection contre les vents est faible ou absente. La parcelle peut être dans n'importe quel endroit, certaines sont même éloignées et difficilement accessibles. Ces exploitations se trouvent en majorité sur des nouvelles terres, dont l'horizon superficiel est souvent très sableux (texture meuble). L'irrigation pratiquée est la submersion, mais les rigoles bien construites sont rares. Les paysans utilisent souvent des rigoles grossièrement aménagées dites Ségua Zeraai (rigole culturelle).

Dans le système de production arachidien, la culture est souvent conduite en monoculture, avec des périodes de repos d'un ou de deux ans, soit la rotation : arachide/arachide/jachère ou arachide/jachère. En vue de couper cette monoculture, les agriculteurs intègrent éventuellement une céréale tous les 3 à 4 ans, dans la succession : céréale/arachide/jachère (Fig. 43).

Le palmier dattier occupe une place importante dans le système de production arachidien. De tradition, on cultive les arachides sous les jeunes palmiers (de moins de 5 ans). Dans certains cas, le système basé sur l'arachide, représente une étape au cours de l'installation progressive d'une palmeraie.

Se baser sur un seul produit est un risque important, surtout que le cycle de la culture est relativement long (six mois). En effet, les pratiquants de ce système possèdent généralement une autre ressource : un emploi, un commerce ou un élevage. Certains propriétaires agricoles sont des employés ou des fonctionnaires, ils ne peuvent donc travailler à plein temps dans leurs exploitations. Pour cette catégorie d'agriculteurs, le système arachidier par métayage, représente une opportunité intéressante.



Figure 43. Production de l'arachide à Ghardaïa

III.4.3 Le système de productions intégrées

Le système de production polyculture, intègre trois types de culture : le palmier, les cultures maraîchères et l'arachide, où aucune des spéculations n'est dominante. A travers ce système, on applique une stratégie de productivité et de diversité, en vue de saisir toutes les opportunités du marché, dans une recherche de profit maximum (Fig. 44).

III.4.3.1 Les caractéristiques

La superficie de l'exploitation varie de 4 à 6 ha, relativement supérieure à celle des autres systèmes, avec un taux de couverture d'environ 75%. Les conditions de protection contre les vents sont variables d'un exploitant à l'autre, généralement c'est la parcelle réservée au maraîchage qui est plus protégée. L'exploitation possède un accès facile, la ressource en eau est abondante. On retrouve plusieurs modes d'irrigation : la submersion pour le maraîchage et l'arachide, et l'irrigation localisée pour le palmier. On peut trouver également l'aspersion : des rampes d'asperseurs pour les cultures fourragères, ou un petit pivot pour la pomme de terre.

L'exploitation possède un accès facile, la ressource en eau est abondante. On retrouve plusieurs modes d'irrigation : la submersion pour le maraîchage et l'arachide, et l'irrigation localisée pour le palmier. On peut trouver également l'aspersion : des rampes d'asperseurs pour les cultures fourragères, ou un petit pivot pour la pomme de terre.

Dans ce système de production, le maraîchage pratiqué se limite aux espèces de grande commercialisation, la rente régulière qu'il offre sert pour les charges d'exploitation et celles du ménage, l'arachide et la phoeniciculture servent pour la sécurité du revenu, l'épargne et pour l'investissement. L'élevage est un élément essentiel, il permet la valorisation des résidus de récoltes et fournit le fumier, il représente également une forme d'accumulation.

Ce système de production est principalement adopté par des agriculteurs qui possèdent une certaine capacité financière, qui leur permet d'investir dans plusieurs productions. La main d'œuvre est très sollicitée chez ce type de producteurs. L'aide familiale est présente, mais reste insuffisante relativement aux besoins. La seule irrigation nécessite plusieurs personnes, sans oublier le semis et les récoltes à effectuer et à envoyer au marché.



Figure 44. Le système de production oasien intégré polyculture (Ghardaia)

III.4.4 Le système dattier-fruitier

C'est un système de production dominé par les cultures pérennes : le palmier dattier en culture pure, ou associée aux arbres fruitiers. L'arboriculture fruitière est parfois considérée comme élément principal, au même titre que le palmier, dans d'autres cas, comme culture secondaire. La stratégie adoptée est l'investissement à long terme, l'objectif étant la réalisation de profit durable, sans travail important, ni présence quotidienne sur le lieu. L'arbre fruitier concerné est principalement l'oranger, viennent ensuite le pommier et la vigne (Fig. 45).

III.4.4.1 Les caractéristiques

Dans ce système, la phoeniculture et les arbres fruitiers couvrent entre 25 et 75% de la SAU, mais la couverture peut être totale dans quelques palmeraies anciennes. Les arbres sont disposés en lignes parallèles et intercalaires. Au cours de la plantation, le palmier est mis en place bien avant l'arbre fruitier, il faut compter plus de 5 ans pour qu'il soit capable d'assurer une certaine protection (contre les chaleurs, les vents et d'éventuelles gelées).

La méthode d'irrigation la plus fréquente dans ce système, est l'irrigation localisée, qui permet de réduire l'intervention de l'agriculteur. Ce système de production se distingue par une durée assez longue d'établissement, car sa réalisation demande beaucoup d'investissements et d'efforts. Il est généralement entamé en plusieurs étapes. Selon les moyens propres de chaque exploitant, on plante entre 0,5 et 1 ha chaque 5 à 10 ans.

Le revenu procuré par le système de production dattier-fruitier, est relativement stable et sûr, le prix du produit est peu fluctuant. Pour cette raison, les paysans s'appuient au début sur les cultures annuelles. Le système est économique en main d'œuvre, les travaux sont bien déterminés et la famille constitue une source importante d'aide. Les dépenses se limitent aux charges de l'énergie et de la main d'œuvre.



Figure 45. Exemple de système palmier fruitier oasien Ghardaïa

III.4.5 Le système "élevage ovin-caprin"

C'est un système de production animale, centré sur l'élevage ovin et caprin, associé à la phoeniciculture. L'exploitation agricole représente une station de relais, entre l'élevage nomade et la vie sédentaire (lieu de résidence et du marché). Elle constitue également, un refuge momentané, lors des périodes de sécheresse (Fig. 46).

III.4.5.1 Les caractéristiques

Les exploitations où se rencontre ce système de production se trouvent souvent sur les marges, en face des Chaabas (affluents). On y trouve un puits de la nappe phréatique, 50 à 100 palmiers et deux types de bergeries : l'une en murs de construction avec un toit étanche, et qui abrite les animaux pendant l'hiver, la deuxième est utilisée durant l'été, c'est une simple toiture en palmes et broussailles, dressée sur des supports et clôturée par un grillage.

Dans l'exemple type du système de production élevage ovin-caprin, les animaux présents dans l'exploitation, ne constituent qu'une partie du cheptel global qui lui, demeure sur les parcours du Nord-Ouest de Metlili (Zergoune et Mehaiguen). Le troupeau présent dans l'exploitation comprend de 20 à 30 brebis d'âges différents, avec une dizaine de chèvres. Les jeunes animaux sont de l'ordre d'une vingtaine de têtes, entre agneaux et chevreaux.

Pour les ovins, le géniteur mâle est de la race dite ARABE, à robe blanche, sélectionné en fonction de sa taille, de sa forme et de la présence de cornes. Les brebis, sont par contre de race dite de l'ouest (DEMEN ou SIDAOUN). Les jeunes animaux sont donc des croisés (CHERKI) qui ressemblent à leur père. Ce choix de race, repose principalement sur la vigueur du produit issu de ce croisement et sur la prolificité de la mère. Les caprins sont de race ARBIA à robe noire et poilue, élevée comme race à viande.

Les animaux sont rationnés à base de son, d'orge et de quelques aliments grossiers : résidus de palmier (rebus de dattes et palmes), touffes de végétation spontanée et paille de céréales. Les animaux engraisés sont les agneaux et les brebis en fin de gestation. A titre indicatif, la ration quotidienne appliquée à 10 brebis gestantes, se compose de : 30 kg de son, 5 kg orge, avec une quantité d'aliments grossiers. Cette ration d'été, sera légèrement supérieure en hiver. Pour les autres cas, l'alimentation est majoritairement composée d'aliments grossiers.

Les problèmes sanitaires relatifs à l'élevage ovin et caprin, dans la région sont assez rares. Cependant, les services vétérinaires compétents signalent avoir rencontré les maladies d'enterotoxémie (infection des intestins), de mammites, ainsi que des parasites internes et externes comme la gale, sans oublier le problème de mal nutrition.

Le produit principal de ce système de production est l'agneau. Il est commercialisé sur les marchés de Metlili, Ghardaïa et parfois à Ouargla. Les autres produits sont les chevreaux, les agnelles en surplus et les brebis de réforme, leur destination est le marché local. La laine constitue une ressource non négligeable, le fumier est utilisé pour la fertilisation des palmiers; à défaut il est vendu aux agriculteurs voisins.



Figure 46. Système d'élevage dans les oasis Ghardaia

Réalisation des TP

La formation des étudiants dans cette matière est renforcée par la réalisation des TP sous forme des sorties de terrains, dans le cadre de familiariser les étudiants avec les systèmes existants dans le milieu socioéconomique locale et consolidé leurs formations théoriques.

Les sorties sont réalisées dans la partie nord de la wilaya de Khenchela et visiter un exemple de système intensif et extensif de pommier. En outre, une sortie réalisée sur les système oasien au Sud de la Wilaya .



Sortie au Nord pommier intensif



Sortie au Sud de Wilaya

Réalisation des TD

Dans le cadre de consolider la formation des étudiants dans la matière de système de culture, TD sont réalisées sous forme des exposés sur les spéculations les plus dominantes dans la wilaya de Khenchela.

La réalisation de ces exposés à trois objectifs, apprendre la recherche de l'information et des statistiques, maîtrisé le traitement des données et chiffres avec interprétation, et en fin de maîtriser aussi la présentation orale des résultats, et tous sa c'est méthodes de préparation des étudiants au projet de fin d'études M2.

Intitulé de quelques exposés

N°	Intitulé	Etudiants	Note Orale	Note Doc
01	Aperçu sur la situation et perspective de pommier (évolution, actualité et avenir) dans la Wilaya de Khenchela			
02	Aperçu sur la situation et perspective de palmier dattier (évolution, actualité et avenir), dans la Wilaya de Khenchela			
03	Aperçu sur la situation et perspective d'Olivier (évolution, actualité et avenir) dans la Wilaya de Khenchela			
04	Aperçu sur la situation et perspective de culture fourragère (évolution, actualité et avenir) dans la wilaya de Khenchela.			
05	Le maraichage dans la wilaya de Khenchela			
06	Aperçu sur la situation et perspective de la production laitière (évolution, actualité et avenir), dans la Wilaya de Khenchela			
07	La céréaliculture dans la wilaya de Khenchela			
08	Aperçu sur la situation et perspective de l'apiculture (évolution, actualité et avenir), dans la Wilaya de Khenchela			
09	Aperçu sur la situation et perspective de la pisciculture (évolution, actualité et avenir), dans la Wilaya de Khenchela			

Références Bibliographiques

- Lhoste, P. (2001). *L'ÉTUDE ET LE DIAGNOSTIC DES SYSTÈMES D'ÉLEVAGE* (éd. Cirad). Montpellier: Cirad-Mipa. Récupéré sur <https://www.doc-developpement-durable.org/file/Elevages/VachesLaitieres/etude%20&%20diagnostic%20des%20systemes%20d-elevage.pdf>
- Ababsa, S. (1997). *L'oasis : une réalité et un concept pour un développement multidimensionnel durable*. (U. Ouargla, Éd.) Ouargla, Algérie: université Ouargla.
- Acosta, B. (2016). *ProjetEcolo*. Consulté le Février 13, 2023, sur <https://www.projetecolo.com/monoculture-definition-avantages-et-inconvenients-854.html>
- AIV. (2022, avril 11). *Terre-Net*. Consulté le Janvier 12, 2023, sur Terre-net: <https://www.terre-net.fr/engrais/article/207378/quel-impact-de-la-hausse-du-prix-des-intrants-sur-vos-charges->
- Alford, A., Hegarty, R., Parnell, P., Cacho, O., Herd, R., & Griffith, G. (2006). The impact of breeding to reduce residual feed intake on enteric methane emissions from the Australian beef industry. (CSIRO, Éd.) *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 46(7), 813-820. doi:<https://doi.org/10.1071/EA05300>
- Amir, S. (2020). *Conception et réalisation d'un système d'irrigation intelligent*. (Vol. Mémoire Master). (U. T. Ouzou, Éd.) TIZI OUZOU, Algérie: Université Tizi Ouzou. Récupéré sur <https://www.ummo.dz/dspace/bitstream/handle/ummo/13664/Amir%20Souhila.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ASP. (2022, Décembre 23). *Assistance scolaire personnalisée*. (MAIF, Éd.) Consulté le Décembre 23, 2022, sur Cap concours: https://www.assistancescolaire.com/eleve/2nde/svt/reviser-le-cours/2_svt_08
- Bairoch, P. (1989). Les trois révolutions agricoles du monde développé : rendements et productivité de 1800 à 1985. *Annales. Économies, Sociétés, Civilisations*, 3(2), 317-353. doi:doi : 10.3406/ahess.1989.283596
- Batch, D. (2011). *L'impact des pesticides sur la santé Humain* (éd. Doctorat en pharmacie). Nancy, France: UNIVERSITE HENRI POINCARÉ -. Récupéré sur <https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01739150/document>
- Battesti, V. (1998). *Les relations équivoques, approches circonspectes pour une socio-écologie des oasis sahariennes*. (éd. V-MNHN). (V-MNHN, Éd.) Paris, Paris, France: V-MNHN.
- Battesti, V. (2005). *Jardins au désert, Évolution des pratiques et savoirs oasiens, Jérid tunisien*. (IRD, Éd.) Paris, France: IRD, Coll.
- Bedu, L., Martin, C., Knepler, M., Tallec, M., Urbino, A., & Bonnemaire, J. (1987). *Appui pédagogique à l'analyse du milieu rural dans une perspective de développement* (éd. CIRAD-DSA.). (CIRAD-DSA., Éd.) Montpellier, France: CIRAD-DSA. Consulté le 1987, sur https://www.iamm.ciheam.org/ress_doc/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=18354
- Bencherif, S. (2011). *L'élevage pastoral et la céréaliculture dans la steppe algérienne Évolution et possibilités de développement*. (ISIVE, Éd.) Paris, France: ParisTech. Récupéré sur https://pastel.archives-ouvertes.fr/file/index/docid/586977/filename/These_Bencherif.pdf

- Benoit, M. (1988). Les pratiques des agriculteurs. Point de vue sur un courant nouveau de la recherche agronomique. *Études rurales*, 109(11), 125-158. doi:org/10.3406/rural.1988.3226
- Benslimane, A. (2021). Les méthodes traditionnelles d'irrigation dans les Oasis d'Algérie Une étude d'anthropologie sociale. *Journal of cultural linguistic and artistic studies*, 554-587. Récupéré sur <https://democraticac.de/wp-content/uploads/2021/04/%D9%85%D8%AC%D9%84%D8%A9-%D8%A7%D9%84%D8%AF%D8%B1%D8%A7%D8%B3%D8%A7%D8%AA-%D8%A7%D9%84%D8%AB%D9%82%D8%A7%D9%81%D9%8A%D8%A9-%D9%88%D8%A7%D9%84%D9%84%D8%BA%D9%88%D9%8A%D8%A9-%D9%88%D8%A7%D9%84%D9%81%D9%86%D>
- Bessaoud, O. (2019). *Rapport de synthèse sur l'agriculture en Algérie*. Paris: CIHEAM. Récupéré sur <https://hal.science/hal-02137632v1/file/PRo39985.pdf>
- Bézat, C., Quenu, H., & Martin, G. (2016, 08 12). *dictionnaire d'agriculture*. Consulté le Janvier 11, 2023, sur dicoAE: <https://dicoagroecologie.fr/dictionnaire/diversification-des-assolements/>
- Bisson, S., & Gaudreau, D. (1992). *La consommation de l'eau potable et la santé : évaluation critique de l'état de la question selon la littérature épidémiologique* (éd. 1er). (DSC, Éd.) Québec: Centre hospitalier Valleyfield.
- Bonny, S., Coudel, E., Devautour, H., Soulard, C.-T., & Hunert, B. (2010). *L'intensification 'écologique de l'agriculture : voies et d'efis* (éd. ISDA). Montpellier: Cirad-Inra-SupAgro. Récupéré sur <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00522107v2>
- Bonte, J.-B. (2010). *La rotation des cultures dans les systèmes céréaliers biologiques : peut-on combiner performances économiques, agronomiques et environnementales ?* (éd. Mémoire in d'étude). (ARVALIS, Éd.) Cedex, France: ISA. Récupéré sur <http://www.itab.asso.fr/downloads/programmes/rotab-memoir-oct-2010.pdf>
- Bouammar, B. (2009). *Le développement agricole dans les régions sahariennes; Etude de cas de la région de Ouargla et de la région de Biskra* (Vol. Thèse de Doctorat). (D. s. agronomique, Éd.) Ouargla, Algérie: Université Ouargla.
- Bouaziz, A., Hammani, A., & Kuper, M. (2018). Les oasis en Afrique du Nord : dynamiques territoriales et durabilité des systèmes de production agricole. *Cah. Agric.*, 27, 5.
- Bourguet, D., Delmotte, F., Franck, P., Guillemau, T., Reboud, X., Vacher, C., & Walke, A.-S. (2013). Gestion des résistances l'importance des modalités de déploiement des substances. *Phytoma*, III(669), 10-14. Récupéré sur https://www.r4p-inra.fr/wp-content/uploads/2017/11/REX_2013_Phytoma.pdf
- Briel, B., & Vilain, L. (1999). *Vers l'agriculture durable* (éd. 2e). Dijoun: Educagri. Récupéré sur https://books.google.dz/books?id=rXv06gSLexgC&printsec=frontcover&hl=fr&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Brossier, J. (1987). Système et système de production: note de concepte. *Cah. Sci. Hum*, 23(4), 377-390. Récupéré sur https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_4/sci_hum/24935.pdf
- Brunswick. (2021). *Guide de lutte intégrée contre les mauvaises herbes dans les cultures de fraises*. paris: Brunswick New. Récupéré sur <https://www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Departments/10/pdf/Agriculture/SmallFruits-Petitsfruits/FraiseLutteIntegree.pdf>
- Brunswick. (2023, Janvier). *New Brunswick Canada*. Consulté le Mars 02, 2023, sur New Brunswick Canada: https://www2.gnb.ca/content/gnb/fr/ministeres/10/agriculture/content/cultures/pommes_terre/gestion_sol.html

- CAI. (2017, Juin 24). *Agriculture territoire*. Récupéré sur Chambre agricole Isère: http://www.deveniragriculteur-npdc.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Auvergne-Rhone-Alpes/guide_rotation_culturale
- Camara, M. (1989). *Les Systèmes de Culture et leurs Influences sur quelques Propriétés Physiques et Hydrodynamiques du Sol Cas de Saara-Saratau* (éd. Doctorat). Abidjan, COTE D'IVOIRE: Université d'Abidjan.
- Chartrand, J., Patrick, L., Denis, G., Suzanne, G., Joël, R., & Marie-France, G. (1999). La contamination de l'eau souterraine par les nitrates à l'île d'Orléans. *Vecteur Environnement*, 32(1), 37-46.
- Chevrier, A., & Barbier, S. (2002). *Performances économiques et environnementales des techniques agricoles de conservation des sols: création d'un référentiel et premiers résultats*. (I. Versailles-Grignon, Éd.) Versailles-Grignon, France: INRA. Récupéré sur https://ec.europa.eu/environment/archives/ppps/pdf/m_bonnet_annex3.pdf
- Christen, M. (2009). (S. V. Vin, Éd.) Paris, France: Chambre d'Agriculture Gironde. Récupéré sur https://www.matevi-france.com/uploads/tx_matevibase/Plantation_Etude_des_sols_et_preparation_des_parcelles_MateVi_2009.pdf
- Cochet, H., & Deveinne, S. (2006). Fonctionnement et performances économiques des systèmes de production agricole : une démarche à l'échelle régionale. *Cahiers Agricultures*, 15(06), 578-583. Récupéré sur file:///C:/Users/Laiche/Downloads/--agr-272027-fonctionnement_et_performances_economiques_des_systemes_de_production_agricole_une_demar
- Cote, M. (1992). *Espoir et menace sur le Sahara ; les formes récentes de mise en valeur agricole*. (Vol. 8ème). Ghardaia, Algérie: Université Euro-arabe itinérante.
- Dedieu, B., Favardin, P., Dourmad, J.-Y., & Gibon, A. (2008). Système d'élevage, un concept pour raisonner les transformations de l'élevage. *Production Animale*, 21(1), 45-58. Récupéré sur <file:///C:/Users/Laiche/Downloads/Dedieuetal2008INRAProdAnim.pdf>
- Degand, J., & Lefebvre, L. (1980). Intensification ou extensification quel choix pour l'agriculture? *Louvain Economic Review*, 46(04), 293-313. Récupéré sur <https://www.jstor.org/stable/40723627>
- Dixon, J., Gulliver, A., Gibbon, D., & Hall, M. (2001, Janvier 1). Farming systems and poverty : improving farmers' livelihoods in a changing world. (D. Washington, Éd.) *World Bank Group*, 1(1), 45-105. Consulté le 1 1, 2001, sur <http://documents.worldbank.org/curated/en/126251468331211716/Farming-systems-and-poverty-improving-farmers-livelihoods-in-a-changing-world>
- Doré, T. (2012). L'assolement : acceptions et problématiques agronomiques actuelles. *Agronomie, Environnement & Sociétés*, 2(2), 17-28. Récupéré sur <https://hal-agroparistech.archives-ouvertes.fr/hal-01361915/document>
- Drouet, D., Boulet, P., & Seromie-Vivein, J. (2005). Le Concept d'exploitation. (L. C. CER, Éd.) 32. Consulté le 2005
- Étienne., J. (1952). L'assolement biennal dans l'agriculture septentrionale. *Annales de Géographie*, 61(323), 34-45. doi:<https://doi.org/10.3406/geo.1952.13341>
- Eyhorn, F., Heebe, M., & Weidmann, G. (2005). *Manuel de formation de l'IFOAM, sur l'agriculture biologique dans les pays tropicaux*. Bonn, Germany: IFOAM. Récupéré sur <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1458-manuel-de-base.pdf>
- FAO. (1988). *Evaluation des Terres pour l'Agriculture Pluviale - Bulletin Pédologique de la FAO*. (FAO, Éd.) Rome, Rome, Italie: FAO.

- FAO. (2004). *L'eau, L'agriculture et l'alimentation* (éd. 1er). Rome: FAO. Récupéré sur <https://www.fao.org/3/y4683f/y4683f00.htm#Contents>
- FAO. (2011). *Produire plus avec moins; Guide à l'intention des décideurs sur l'intensification durable de l'agriculture paysanne* (éd. FAO 2011). Rome, Italy: FAO. Récupéré sur <https://www.fao.org/3/I2215F/i2215f.pdf>
- FAO, & ONUDI. (2008). *Agricultural mechanization in Africa Time for action* (éd. 1er). Vienna, Austria: FAO. Consulté le Décembre 14, 2022, sur Fao stat: https://www.unido.org/sites/default/files/2009-05/agricultural_mechanization_in_Africa_0.pdf
- Faure , C., Montagnon, F., & Fontvieille, F. (2014). *Fiche technique: Réussir la plantation forestière* (éd. 3eme édition). paris, Paris, France: MAAF. Récupéré sur https://agriculture.gouv.fr/sites/default/files/guide_reussir_la_plantation_forestiere_201501_a4_cle8a81f1.pdf
- Franceschi, S., Serraino, D., & Bidoli, E. (1991). Occupation and risk of hodgkin's disease in north-east Italy. *Int J Cancer*, 48(1), 831–835.
- François, B. (1986). L'intensification en question : nouveaux termes pour un vieux débat. *ECONOMIE RURALE*, 2(171), 9-15. Récupéré sur http://www.persee.fr/doc/ecoru_0013-0559_1986_num_171_1_3734
- Gal, P.-y. (2009). Agronomie et conception de systèmes de production innovants: concepts, démarches et outils. (pp. 14-16). Rabbat: Symposium international «Agriculture durable en région Méditerranéenne (AGDUMED)».
- Gangbazo, G., Couillard, D., Pesant, A., & Clu, D. (1993). Effets du lisier de porc sur la charge d'azote et de phosphore dans l'eau de ruissellement sous des pluies simulée. *Can. Agr. Eng.*, 35(1), 97-103.
- Gareau, P., Garipey , A., Gingras , S., & Rasmussen, P. (1999). *La problématique de la pollution agricole, ses impacts sur la santé des cours d'eau et sur la santé humaine* (éd. 1er). Québec: Stratégie Saint-Laurent. Récupéré sur <https://archives.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/phytocide/documents/DC3.pdf>
- Gaudin, M., Jaffrès, C., & Réthoré, A. (2011). *Gestion de l'exploitation agricole Éléments pour la prise de décision à partir de l'étude de cas concrets* (éd. 3e édition). (T. & Doc, Éd., M. Gaudin, C. Jaffrès, & A. Réthoré, Trads.) Paris, France: © LAVOISIER. Récupéré sur https://complements.lavoisier.net/9782743013943_gestion-de-l-exploitation-agricole-3-ed-coll-agriculture-d-aujourd-hui_Sommaire.pdf
- Ghali, M., Daniel, K., Colson, F., & Sorin, S. (2014). L'agriculture écologiquement intensive. Une approche économique. *Economie rurale*, 341(83-99), 83-99. doi:<https://doi.org/10.4000/economierurale.4338>
- Goulet , F. (2012). La notion d'intensification écologique et son succès auprès d'un certain monde agricole français : une radiographie critique. (INRA, Éd.) *Courrier de l'environnement*, II(62), 19-29. Récupéré sur <https://journals.openedition.org/economierurale/4338>
- Guojing, Y., Ye, B., Xie, X., & Zhou, L. (2010). Dynamics of oasis landscape in inland Shule River basin in arid northwest China,. *basin in arid northwest China*, 922-925.
- Houben, S., Brinks, H., Salomons, J., & Cara, M. (2020). *Rotation des cultures: Information pratique*. Paris: Best4 Soil. Récupéré sur https://orgprints.org/id/eprint/43540/10/FR_ROTATION%20DES%20CULTURES_%20INFORMATIONS%20PRATIQUES.pdf
- Houichiti, R. (2009). *Caractérisation d'un agrosystème saharien dans une perspective de développement durable : Cas de l'Oasis de SEBSEB (Wilaya de GHARDAIA)* (Vol. These de Magister). Ouargla, Algérie: Université Ouargla. Récupéré sur file:///C:/Users/Laiche/Downloads/Houichiti_RACHID.pdf

- Jardinage. (2023, Février 23). *ardinageOn*. Récupéré sur Agriculture extensive: <https://www.jardineriaon.com/fr/agricultura-extensiva.html>
- Jeuffroy, M.-H., Bazile., D., Beauval, V., Pinochet, X., & Doré, T. (2014). Variété et système de culture : Quelles co-évolution ? quelles implications pour l'agronomie et la géétique. (H. ID, Éd.) *Agronomie environnement & sociétés*, 4(2), 3-10. Récupéré sur <https://hal-agroparistech.archives-ouvertes.fr/hal-01361989/document>
- Jool. (2022, Mars 23). *Agriculture extensive vs intensive*. Récupéré sur Jool International: https://jool-international.com/agriculture-_environnement_-cote-divoire/#:~:text=1%2D%20Agriculture%20Extensive,-L%27agriculture%20extensive&text=Elle%20est%20peu%20m%C3%A9canis%C3%A9e%20et,exige%20moins%20de%20travail%20sp%C3%A9cialis%C3%A9
- Jouve , P. (2003). Système de culture et organisation spatiale des territoires Comparaison entre agriculture tempérée et agriculture tropicale. Dans Cnearc. (Éd.). (pp. 576-584). Montpellier: Umr Sagert, Cnearc. Récupéré sur <https://agritrop.cirad.fr/518697/1/ID518697.pdf>
- Kenis, M., Hurley, B., Hajek, A., & Cock, M. (2017). *Stratégies de lutte biologique contre les insectes invasifs*. paris: Capi. Récupéré sur <http://docs.gip-ecofor.org/public/Regefor2017/S1-3%20Kenis.pdf>
- Khene, B. (2007). *Caractérisation d'un agro-système oasien Ville de M'zab et guerara (Wilaya de Ghardaia*. el Harach, Algérie: INA El Harache. Récupéré sur http://dspace.ensa.dz:8080/jspui/bitstream/123456789/348/1/khene_b.pdf
- Kiley-Worthington, M. (1981). Ecological agriculture. What it is and how it works ? *Agriculture and Environment*, 3(6), 349-381. doi:DOI : 10.1016/0304-1131(81)90039-4
- Kouzmine , Y. (2012). *Le Sahara algérien. Intégration nationale et développement régional*, (éd. L'Harmattan). Pars, Paris: L'Harmattan. doi:<https://doi.org/10.4000/remmm.8568>
- Kouzmine, Y. (2007). *Dynamiques et mutations spatiales du Sahara algérien, vers de nouvelles* (éd. Laboratoire ThéMa). (L. ThéMa, Éd.) France, France: Laboratoire ThéMa.
- Kremen, C., Iles, A., & Bacon, C. (2012). Diversified Farming Systems: An Agroecological, Systems-based Alternative to Modern Industrial Agriculture. *Ecol. Soc.*, 17.
- Kuster, T., Eicher , O., Leumann, L., Müller, U., Poulet, J., & Rutishauser, R. (2017). *Fertilisation en arboriculture*. Suisse: Agroscope. Récupéré sur https://www.agrarforschungschweiz.ch/wp-content/uploads/pdf_archive/2017_06_f_2306.pdf
- LaBrecque, G. (1984). La lutte intégrée contre les insectes. *AIEA BULLETIN*, 23(3), 40-42. Récupéré sur https://www.iaea.org/sites/default/files/23305484042_fr.pdf
- Laferrière, M., Jean-Jacques , M., Jacques , L., & Pierre , P. (1995). *L'industrie porcine: les risques reliés à la santé humaine* (éd. 1er). (USP, Éd.) Quebec: IRSST AF.
- Lahmar, R. (2018). Opportunités et limites de l'agriculture de conservation en Méditerranée. Les enseignements du projet KASSA. (O. M. A., Éd.) *CIHEAM*(69), 11-18. Récupéré sur <https://om.ciheam.org/om/pdf/a69/06600080.pdf>
- Landais, E. (1998). agriculture durable : les fondements d'un nouveau contrat social ? (INRA, Éd.) *Courrier de l'environnement*, 33(12). Récupéré sur <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01204654/file/C33Landais.pdf>
- Langlais, C. (2007). *Définitions et représentations de l'Agriculture biologique*. (CIRAD, Éd.) Paris: PRAM. Récupéré sur https://agritrop.cirad.fr/532360/1/document_532360.pdf
- Lasram, M. (1988, Novembre). Les systèmes agricoles oasiens dans le Sud de la Tunisie. *Séminaire sur les systhme agricoles oasiens.*, 19-21.

- Laurent, C., & Rémy, J. (2000). l'exploitation agricole en perspective. *Courrier de l'environnement*, 2(42), 5-22. Récupéré sur <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01203136/file/C41Laurent.pdf>
- Laurent, F. (2015, Novembre 10). L'Agriculture de Conservation et sa diffusion en France et dans le monde. (O. e. journal, Éd.) *European Journal of Geography*(747), 30-45. doi: DOI : <https://doi.org/10.4000/cybergeo.27284>
- Le-Douarin, S. (2020). *L'agriculture bio dans le monde*. (147, Trad.) Montreuil, Canada: Agence Bio. Récupéré sur https://www.agencebio.org/wp-content/uploads/2021/01/Carnet_MONDE_2020-1.pdf
- leng, R. A. (2008). Decline in available world resources; implications for livestock production. *Livestock Research for Rural Development*, 2(4), 155-160. Récupéré sur <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd20/1/leng20008.htm>
- Leroux, G., & Buhler, S. (2012). *Essais de répression des mauvaises herbes infestant les principales cultures de la région de Québec*. Québec, Québec, Canada: Université Laval. Récupéré sur <https://www.agrireseau.net/agriculturebiologique/documents/Rapport%202011%20Leroux%20et%20Buhler.pdf>
- Leveau, V., Marsc, S., & Leroy, P. (2012). *Choix d'assolement : exemples de mise en œuvre d'outils d'aide à la décision*. Montpellier, France: Creative commons. Récupéré sur https://www.researchgate.net/publication/269107366_L'assolement_du_point_de_vue_de_l'exploitation_agricole
- Mailloux, A., Dubé, A., & Tardif, L. (1964). Classement des sols selon leurs possibilités d'utilisation agricole. *Cahiers de géographie du Québec*, 8(16), 231–249. doi:<https://doi.org/10.7202/020501ar>
- Meynard, J. M., Rolland, B., Locye, C., Félix, I., & Lonnet, P. (2009). Quelles combinaisons variétés / conduites pour améliorer les performances économiques et environnementales de la culture de blé tendre ? (INRAe, Éd.) *Innovations Agronomiques*, 7(7), 29-47. Récupéré sur <https://www6.inrae.fr/ciag/content/download/3590/35462/file/Vol7-3-Meynard.pdf>
- Michel, A. (2014). *L'Agriculture de Conservation : performante économiquement mais exigeante en technicité et adaptabilité* (Vol. 02). Basse Normandie, France: ARAD. Récupéré sur <https://agriculture-de-conservation.com/sites/agriculture-de-conservation.com/IMG/pdf/arad-semis-direct.pdf>
- Mollard, É., & Walter, A. (2008). *Agriculture Singulières*. Marseille, Marseille, France: Guides illustrés. doi: DOI : 10.4000/books.irdeditions.2834
- Munier, P. (1973). *Le palmier dattier. Techniques Agricoles et Productions Tropicales*. (éd. 5e). (Maisonneuve et Larose, Éd.) Paris, France: Maisonneuve et Larose,.
- Nahal, I. (1998). *Principes d'agriculture durable* (éd. Paris ESTEM). (P. ESTEM, Éd.) Paris: Paris ESTEM. Récupéré sur https://bibliotheque.auf.org/doc_num.php?explnum_id=92
- Oussible, M., & Bourarach, E. (2009). *Impact de l'intensification agricole sous irrigation sur la qualité physique du sol* (éd. 1er). Rebat, Maroc: Rbat. Récupéré sur https://www.agrimaroc.net/agdumed2009/Oussible_Bourarach_Intensification_agricole_irrigation_qualite_physique_sol.pdf
- Page, L. (2014). *Renseigner*. Consulté le Décembre 24, 2022, sur <https://renseigner.com/jardin/sciences/agriculture-intensive>
- Painchaud, J. (1997). *La qualité de l'eau des rivières du Québec: état et tendances*. (éd. 1er). (D. d. aquatiques, Éd.) Québec: Ministère de l'Environnement et de la Faune,.
- Papy, F. (1998). *l'agriculture intensive, meilleure gestionnaire de l'environnement en Afrique*. *NSS*, 06(03), 35-38. Récupéré sur <https://www.nss-journal.org/articles/nss/pdf/1998/03/nss19980603p36.pdf>

- Papy, F. (2008, Mai). Le système de culture : un concept riche de sens pour penser le futur. *Cahiers Agricultures*, 17(3), 263-269. Récupéré sur <https://revues.cirad.fr/index.php/cahiers-agricultures/article/view/30717/30477>
- Parul, J. (2011, Décembre 23). *Britannica*. Récupéré sur Extensive Farming: <https://www.britannica.com/topic/extensive-agriculture/additional-info#history>
- PNUE. (2008). *Biodiversité et Agriculture Protéger la biodiversité et assurer la sécurité alimentaire*. (PNUE, Éd.) Montréal, Québec, Canada: CBD. Récupéré sur <https://www.cbd.int/doc/bioday/2008/ibd-2008-booklet-fr.pdf>
- Poitevin, C. D. (1957). *Gestion de l'exploitation Agricole*. (éd. Dunod). Paris: Dunod.
- Pousset, J. (2003). *Agricultures sans herbicides*. (F. A. Eds, Éd.) Paris: France Agricole Eds.
- Pretty, J. (2008). Agricultural sustainability : concepts, principles and evidence. *Philosophical transactions of The Royal Society*, B(363), 447-465. doi:DOI : 10.1098/rstb.2007.2163
- Prévoist, P. (1999). *Les bases de l'agriculture* (éd. 3^é Edition, Vol. 3^é Edition). (Lavoisier, Éd.) Paris, France: Tech & Doc Lavoisier. Récupéré sur https://books.google.dz/books/about/Les_bases_de_l_agriculture.html?id=DQaNPQAACA&source=kp_book_description&redir_esc=y
- Prévoist, P. (2006). *Les bases de l'agriculture* (éd. 3^é Edition, Vol. 3^é Edition). (T. & Lavoisier, Éd.) Paris, France: Tec & Doc Lavoisier. Consulté le Novembre 30 novembre 2006, sur https://www.amazon.fr/gp/product/2743009349/ref=dbs_a_def_rwt_hsch_vapi_taft_p1_i2
- Prévoist, P., Prévoist, M., & Prévoist, V. (2016). *Les bases de l'agriculture Comprendre la pratique -S'initier à l'agronomie-* (éd. 4^e). Paris, France: Lavoisier.
- Reboul, C. (1976). Mode de production et système de culture et d'élevage. *Économie rurale*, 112(1), 55-65.
- Rebulard, S. (2020, Février 4). *Plant vie*. (P. Combemorel, Éd.) Consulté le Décembre 22, 2022, sur Plant vie: <https://planet-vie.ens.fr/thematiques/ecologie/production-agricole-agrosystemes/structure-et-fonctionnement-des-agrosystemes>
- Rétaillé, D. (1986). Les oasis dans une géographie méridienne Sahara-Sahel. *Cahiers géographiques de Rouen*, 20-29.
- Rouja, S. (2017, Avril 13). *Génération Futures*. Consulté le Decembre 23, 2022, sur <https://www.generations-futures.fr/publications/faune-flore-impacts-pesticides-especes/>
- S.S. (2022, Juin 23). *Studysmart*. Récupéré sur Studysmart: <https://www.studysmarter.co.uk/explanations/human-geography/agricultural-geography/extensive-farming/>
- Schauberger, B., Ben-Ari, T., Makowski, T., Kato, T., Kato, H., & Ciais, P. (2018). Yield trends, variability and stagnation analysis of major crops in France over more than a century. *SCIENtIfIC RePorTS*, 8(16865), 1-12. doi:DOI:10.1038/s41598-018-35351-1
- Sebillotte, M. (1989). *Fertilité et systèmes de production* (éd. INRA). Paris: Quæ. Récupéré sur <https://e.lavoisier.fr/produit/59564/9782759201952/fertilite-et-systemes-de-production>
- Sebillotte, M. (1990). *Système de culture, un concept opératoire pour les agronomes* (éd. INRA). Paris: Cah. ORSTOM.
- Smeesters, E. (2001). *Méthodes alternatives à la lutte chimique en pomiculture*. Québec, Canada: Nature action. Récupéré sur <https://www.agrireseau.net/agroenvironnement/documents/slv09-011.pdf>
- SNHF. (2021, Mars 09). *Jardiner Autrement*. (Ecophyto, Éditeur) Consulté le Mars 02, 2023, sur Jardiner Autrement: <https://www.jardiner-autrement.fr/bien-choisir-les-especes-et-varietes-un-prealable-essentiel-pour-reduire-lutilisation-de-produits-phytosanitaires/>
- Stoop, P. (2020, Septembre 17). *L'agriculture extensive favorable à la biodiversité ? (Première partie)*. Récupéré sur European Scientist:

- <https://www.europeanscientist.com/fr/opinion/lagriculture-extensive-favorable-a-la-biodiversite-premiere-partie/>
- Teyssedre, A. (2022, Novembre 21). *Encyclopédie de l'environnement*. (U. G. Alpe, Éd.) Consulté le Janvier 12, 2023, sur Encyclopédie de l'environnement: <https://www.encyclopedie-environnement.org/vivant/impacts-agriculture-biodiversite-fonctionnement-ecosystemes/>
- Tieya, G. (2016). *Les principes de l'agriculture biologique*. Paris, Sud, France: PPAP. Récupéré sur <https://www.province-sud.nc/sites/default/files/PPAP-Docs/AGRI%20BIO/Perfectionnement%20SM1%20-%20Principes%20de%20l'AB.pdf>
- Tirel, J. C. (1987). Valeur et limites des notions d'intensification dans l'analyse de l'évolution des systèmes de production. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, 73(08), 83-95.
- Tourite, R. (1963). *REFLEXIONS SUR L'ASSOLEMENT, L'exemple de la zone arachidmil du Sénégal*. Bambey, Sénégal: ORSTUM. Récupéré sur https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_5/b_fdi_20-21/28033.pdf
- Tournier, J. (1989). *Les bases économique et humaines de l'activité agricole. 3ème édition* (éd. 3ème, Vol. 3ème édition). (T. & (édition), Éd.) Paris, France: Tec & Doc (édition). Consulté le 01/01/1989, sur <https://www.decitre.fr/livres/les-bases-economiques-et-humaines-de-l-activite-agricole-9782852065161.html>
- Toutain, G., Dollé, V., & Ferry, M. (1990). Situation des systèmes oasiens en régions chaudes. (CIHEAM, Éd.) *Options Méditerranéennes : Série A*.(11), 7-18.
- Toutain, G. (1967). *Le palmier dattier culture et production*. Paris, France: Al Awamia.
- Vance, P. R. (2001). Update on the state of nitrogen and phosphorus nutrition: Symbiotic nitrogen fixation and phosphorus acquisition: Plant nutrition in a world of declining renewable resources. *Plant Physiology*, 127(12), 390-397.
- Vaud, J. (2019). *Plantation et entretien des arbres*. Paris: DGE-BIODIV.
- Vedura. (2022, Decembre 23). *Vedura*. Consulté le Janvier 13, 2023, sur <http://www.vedura.fr/economie/agriculture/pesticides#:~:text=Les%20pesticides%20sont%20des%20produits,cadre%20de%20l'agriculture%20intensive.>
- Vedura. (2023). *Vedura*. Consulté le Fevrier 2, 2023, sur <http://www.vedura.fr/economie/agriculture/engrais-chimiques>
- Verzeaux, J. (2017). *Evaluation multiparamétrique de la performance des systèmes de culture en agriculture de conservation des sols : approche agro-écologique*. (S. I. A, Éd.) Paris, France: Université de Picardie. Récupéré sur <file:///C:/Users/Laiche/Downloads/ThesisJulienVerzeaux13juin2017.pdf>
- Vidal, M. (2005). *Ajustement entre des systèmes irrigués et des systèmes de culture diversifiés. Fonctionnement de deux oasis du Tafilalet*. Knitra: Université Knitra.
- Wikipédia. (2022, Avril 13). *Agriculture extensive*, 192817066. (Wikipédia, Éditeur) Récupéré sur [Wikipédia: http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Agriculture_extensive&oldid=192817066](http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Agriculture_extensive&oldid=192817066)
- Zahm, S., & Ward, M. (1998). Pesticides and childhood cancer. *Environ Health Perspect*, 106(1), 893-908.
- Zella, I., & Smadhi, D. (2006). Gestion de l'eau dans les oasis Algériennes. (L. d. Surface, Éd.) *Larhyss Journal*(05), 149-156. Récupéré sur <http://www.webreview.dz/IMG/pdf/14.Zella.pdf>
- Zenkhrî, S. (2017). *L'agriculture saharienne : Du système oasien traditionnel à l'établissement d'une conception d'économie de marché et de développement durable* (Vol. Thèse de Doctorat). (u. Mostaganem, Éd.) Mostaganem, 2017, Algérie: université Mostaganem. Récupéré sur <https://www.apeb-dz.org/wp-content/uploads/2019/08/THESE.pdf>

Zenkri, S. (2017). *L'agriculture saharienne : Du système oasien traditionnel à l'établissement d'une conception d'économie de marché et de développement durable* (Vol. Thèse de Doctorat). (U. Mostaganam, Éd.) Mostaganam, Algéri: Université Mostaganam. Récupéré sur <https://www.apeb-dz.org/wp-content/uploads/2019/08/THESE.pdf>