

Végéphy – 24^e CONFÉRENCE DU COLUMA
JOURNÉES INTERNATIONALES SUR LA LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES
ORLEANS –3, 4 ET 5 DÉCEMBRE 2019

HISTOIRE DU DESHERBAGE EN GRANDES CULTURES
De la première graine au déploiement du désherbage chimique

J. GASQUEZ ⁽¹⁾ , M. DRON⁽²⁾ et M. DELOS ⁽³⁾

(1) jacques.gasquez@laposte.net

(2) Académie d'Agriculture de France - michel.dron@ips2.universite-paris-saclay.fr

(3) Académie d'Agriculture de France - marc.delos@agriculture.gouv.fr

RÉSUMÉ

La lutte contre les plantes adventices est probablement aussi ancienne que le semis de la première graine. Au néolithique, l'invention de la culture des céréales s'est rapidement accompagnée de la lutte contre les mauvaises herbes après le semis ou pour préparer le sol. A l'origine, la main seule, puis le bâton fouisseur et des houes préhistoriques ont permis cette lutte. L'araire a dominé pendant toute l'antiquité et, seulement dans le nord de la France, a cédé la place à la charrue à versoir environ vers la fin du moyen-âge, avec la révolution technologique médiévale. La jachère peu productive imposée depuis l'antiquité n'a commencé à disparaître qu'à partir de la renaissance, remplacée par des légumineuses pour l'enrichissement du sol en azote et toujours avec une fonction de désherbage. L'outil tracté par des animaux (bœufs et chevaux plus au nord) qui retournait le sol restait cependant la règle, complété par la main de l'Homme toujours indispensable. Ce n'est qu'à l'aube du XX^e siècle que la « chimie » a pu remplacer pour la première fois la main et la houe, chimie minérale, puis de synthèse de plus en plus élaborée, efficace, sélective de la plante cultivée et à partir de la fin de la seconde guerre mondiale et jusqu'à nos jours où la molécule de synthèse est biosourcée. Depuis plus d'un demi-siècle, cette chimie de plus en plus fine a, pour la première fois, fait disparaître les famines tout en faisant reculer le labour et ses conséquences sur l'érosion des sols. Cependant elle doit désormais compter sur l'IA et le numérique pour être socialement acceptable, donc durable.

Mots-clés : historique ; gestion des adventices, araire ; charrue ; herbicides.

SUMMARY

History of weeding in major crops: from the first seed to the spread of chemical weeding

The struggle against the weeds is certainly as ancient as the sowing of the first seed. During the Neolithic period, the invention of the cereal cultivation went quickly along with weeding before or during the growing season. Since the beginning, the hand, the digging-stick and the prehistoric hoe allowed that struggle. The swing plough prevailed during the Antiquity and was replaced by the plough at the end of the Middle Ages only in the north of France during the technological medieval revolution. The low productive fallow required during the Antiquity began to decrease from the Renaissance, replaced with legumes for nitrogen soil improvement and still for weeding. The ploughing tool hauled by animals (working cattle or horse in the North of France) remained the rule, but always supplemented with the Human hand. It is only during the early days of the XXth century that the "chemistry" could replace the hoe and the Human hand for the first time: inorganic chemistry, then synthetic chemistry increasingly sophisticated, effective and crop selective and since the end of world war two up to nowadays the molecules are now from natural origin. For more half of a century, that increasingly clever chemistry for the first time made all the famines disappear and reduced the ploughing and its consequences on soil erosion. But now, it must rely on AI and digital technology in order to be socially acceptable, therefore sustainable.

Key words: weed control history, herbicides, swing plough, plough

INTRODUCTION

Le semis de la première graine, il y a plus de 10 000 ans a constitué une forme de « big-bang » dans l'histoire de l'humanité constatait Stéphane Le Foll dans son livre testament éponyme fin 2017. Stéphane le Foll y rappelait que les agriculteurs sont au départ de toutes les grandes civilisations, civilisations qui se sont souvent effondrées à la suite d'une crise de subsistance (Le Foll, 2017).

Pourtant un article d'une revue de vulgarisation scientifique¹ consacré au salon de l'agriculture 2019 témoignait une défiance vis à vis de cette évolution : si l'humanité, prise d'une « conscience subite » des origines préhistoriques de son déclin, se sentait obligée de revenir à l'état de « chasseur-cueilleur ? »². Le questionnement interpelle et est d'importance.

Le propos n'est pas isolé. On le retrouve de plus en plus fréquemment chez des naturalistes impliqués dans la sauvegarde d'équilibres qu'ils considèrent indispensables à la biodiversité, notamment la biodiversité végétale.

L'épistémologue Michel Serre abondait sur cette sélection drastique et soulignait lui-même en 2006 que le but de la pièce labourée est de consacrer un espace cultivé à une seule espèce : l'agriculture combat par essence la biodiversité de l'espace cultivé³. L'action d'élimination de ce que le cultivateur considère être des « mauvaises herbes » consacre cette lutte historique contre l'« indésirable » et participe à cette sélection d'une plante parmi d'autres (Serres, 2006).

Pour structurer le propos, nous avons repris l'analyse qu'en font Marcel Mazoyer et Laurence Roudart dans leur histoire des agricultures des mondes publiée en 1998 que nous avons enrichie de nombreux témoignages et documents d'époque pour bâtir notre réflexion sur la relation historique entre l'Homme, le végétal cultivé et le végétal indésirable⁴ (Mazoyer et Roudart, 1998).

Le concept de « mauvaise herbe » prend naissance avec la sélection et la culture de la « bonne herbe », toujours une céréale dans ces temps anciens, celle que les premiers agriculteurs souhaitent favoriser par rapport aux autres présentes spontanément mais indésirables.

De fait si aujourd'hui, l'Homme abandonnait à la friche tous les écosystèmes cultivés, il y aurait un retour à un état de nature proche de celui d'il y a 10 000 ans selon Mazoyer et Roudart. Les 9/10 de la population disparaîtraient, la chasse et la cueillette ne pouvant nourrir plus d'un demi-milliard d'humains occupant la totalité des terres émergées et dispersés sur cet espace pour que leur survie soit possible.

L'ensemble des historiens s'accorde sur le fait que l'agriculture est apparue à la suite de la domestication de plantes sauvages plus « utiles » que d'autres qui, ainsi, deviendront cultivées. C'est ce qui a permis l'émergence des premières sociétés telles que nous les connaissons (Mazoyer et Roudart, 1998). A l'origine de ces sociétés humaines, de plus en plus complexes, se trouve un besoin fondamental, une nécessité absolue que Braudel décrivait comme « une obsession, un ensorcellement » des classes dominantes chargées de l'organisation des cités puis des états ou que rappelait le président de la coopérative Pau-Euralis en pleine crise frumentaire (Pees, 2007). Cette focalisation encore valable au début du XX^{ème} siècle ou dans les pays moins avancés résulte de la nécessité d'assurer, surtout par autosuffisance, un minimum de 2000 calories aux populations.

¹ <https://www.europeanscientist.com/fr/editors-corner-fr/a-quoi-ressemblera-le-salon-international-de-lagriculture-en-2050/>

² Le siècle en cours est extraordinaire pour les agronomes, forme de basculement de l'histoire pour les pays occidentaux avancés avec une perte de confiance partielle dans l'utilité du progrès dans des pays qui ont porté le progrès des technologies depuis le XV^{ème} siècle. Les pays orientaux ayant bénéficié plus tardivement de l'accès aux « progrès » permis par les sciences et techniques restent sur une approche plus conventionnelle vis à vis de la technologie et la nécessité de sa maîtrise la plus absolue et la plus exclusive possible.

³ « si je plaide en faveur de la biodiversité, je pose aussi des questions. Que font les agriculteurs lorsqu'ils labourent ? Ils tuent des espèces ! Le but d'une pièce labourée, c'est précisément de porter sur un ou dix hectares une seule espèce. L'agriculture, c'est la mort de la biodiversité. Le pâturage, c'est livrer à une seule espèce - par exemple des bovins -, dans un pré ou une prairie déterminés, une seule espèce d'herbe, ou deux ou trois. C'est la mort de la biodiversité. Ce n'est pas vrai uniquement pour l'agriculture. C'est le cas également pour la médecine ou la pharmacie. Quel est l'objectif des antibiotiques, sinon de détruire un certain type d'espèces de bactéries, qui sont en train d'envahir l'organisme ? Plus généralement, lorsqu'on a asséché les marais ou les Dombes autour de Lyon, on a arrêté les épidémies de malaria, mais on a également détruit des milliers d'espèces. Historiquement, le problème de la biodiversité n'est pas commode. » Forum de l'agriculture raisonnée respectueuse de l'environnement (Farre), le 11 janvier 2006 à Paris

⁴ Ce végétal indésirable a été qualifié de « mauvaise herbe » par des générations d'agronomes

C'est cette histoire des efforts constants de travail du sol accomplis pendant 10 000 ans pour *neutraliser* ces plantes que cet article se propose de retracer en insistant évidemment sur ceux mis en œuvre lors du dernier siècle de l'histoire pour rejoindre l'époque contemporaine. C'est donc une revue rapide de l'évolution des systèmes de culture participant à la gestion des mauvaises herbes au cours des âges, passant de l'époque des abattis-brulis (parcelle de forêt défrichée et brûlée, système encore pratiqué dans certains pays) à celle de la jachère avec culture attelée légère (attelage simplifié des animaux à de faibles instruments de labour et de transport) qui deviendra culture attelée lourde (attelage évolué d'outils puissants), puis se passera de la jachère (friche pâturée et fumée par les déjections et « labourée » : jachérer veut dire labourer) en introduisant les légumineuses fourragères et enfin, pour la période actuelle dans les pays développés, deviendra une agriculture motomécanisée et chimisée, système défini par Mazoyer et Roudart, 1998.

Il ne faut pas oublier que dans certaines régions du monde, les techniques sur abattis-brulis sont toujours la règle avec une gestion des adventices tout aussi primitive et que les systèmes agraires de culture attelée légère avec une lutte manuelle contre les adventices concernent toujours un tiers des agriculteurs au niveau mondial, parfois même sans bétail pour tirer l'outil assimilé à un araire.

Nous vérifierons aussi que beaucoup de moyens que nous proposons à nouveau des agronomes modernes en occident renvoient souvent à des techniques déjà décrites par les romains, voire les civilisations qui ont précédé, à l'instar du désherbage thermique via le brulis, du binage du blé, des passages multiples d'outils pour passer de la jachère ou de la prairie à une culture annuelle.

Désormais, avec la promotion de ces « nouvelles techniques », se pose la question de savoir s'il s'agit d'un simple détour par les méthodes du passé soutenu et facilité par le numérique ou, en tournant le dos à la chimie de synthèse, d'un véritable retour en arrière, ce que de nombreux pays développés, à l'instar des Etats Unis d'Amérique, refusent d'abandonner (Délos et Gasquez, 2014). La connaissance de l'histoire ne permet pas de trancher, mais simplement d'éclairer les réponses à des crises plus ou moins graves par une description rapide des outils d'hier, d'avant hier et de l'aube de l'agriculture, développés à chaque fois pour permettre aux cultures de s'exprimer en contrôlant les plantes indésirables.

1- DE LA PREMIERE GRAINE A L'INVENTION DU LABOUR A LA CHARRUE (-8000 AU XEME SIECLE)

- PROTOHISTOIRE - LA PREMIERE GRAINE ET LA CULTURE SUR ABATTIS –BRULIS

Il y a environ 12 000 ans, au néolithique, à la faveur d'un climat plus clément et humide, des populations dispersées du croissant fertile jusqu'à l'actuel Israël se trouvaient dans des milieux ouverts où abondait toute une série de graminées et de légumineuses annuelles. Progressivement, au fil des générations, ils ont dû compléter des cueillettes opportunistes et des récoltes régulières (l'homme à ses débuts est un animal, disait René Dumont (1974)) par des semis volontaires, peut être après l'observation de germinations spontanées proches des zones habitées. A cette période des prémices de l'agriculture, il n'est pas encore question de contrôler des adventices. Les graminées semées, indigènes de ces milieux, croissaient donc en plus grande densité, mais parmi de nombreuses espèces spontanées. Elles étaient récoltées, probablement épi par épi, mais certainement aussi avec d'autres espèces.

Petit à petit, certainement à cause d'une augmentation de la population et grâce à l'élévation des températures, notamment en Europe, des agriculteurs se sont installés dans les vallées des grands fleuves (Danube) dans des zones au sol meuble ou inondables des bords des cours d'eau et des lacs, presque sans végétation après le reflux des eaux. Ainsi dans le sud de l'actuelle France, après le 7^{ème} millénaire av J. C., chaud et sec, les 6^{ème}, 5^{ème} et 4^{ème} millénaires, encore chauds, mais humides, furent très favorables à la diffusion d'une première agriculture depuis le Moyen Orient⁵. Ces conditions propices au développement de la population finirent par exiger en retour des surfaces supérieures à ces zones naturellement convenables. Cette première crise, certainement à l'origine de famines, obligea à rechercher de nouvelles solutions adaptées aux milieux naturels de nos régions.

La possibilité d'utiliser la hache en pierre polie, seul outil assez solide, a permis d'abattre des arbres et a assuré le début du système agraire de culture sur abattis-brulis. Après séchage et brûlage des bois abattus, des zones meubles débarrassées de toute végétation entre les souches permettaient directement des semis avec des bâtons. Ces conditions devaient perdurer environ deux ou trois saisons jusqu'à ce que la végétation forestière, voire adventice, reprenne complètement le dessus. Ce manque d'outils spécifiques de l'agriculture obligeait certainement à n'installer de nouvelles zones de culture que dans des forêts ouvertes plutôt que dans les formations herbeuses issues de précédentes cultures, plus difficiles à nettoyer pour mettre en culture.

Ce système, associé à l'élevage connu de longue date, permettant de, plus ou moins, sédentariser des populations croissantes, obligeait à défricher régulièrement des surfaces qui, après usage, devaient être abandonnées certainement pendant plusieurs décennies. Aussi chaque groupe exigeait de très importantes surfaces, entraînant une forte limitation de la densité de la population. Dans nos régions, quand le climat s'est refroidi, les récoltes ont certainement été fortement affectées et les populations dépendantes de la consommation de céréales ont vraisemblablement subi de brusques famines. En même temps, après des défrichements excessifs par le feu, les sols disponibles étaient plus ou moins dégradés par érosion et perte de matière organique, repoussant les cultures dans certaines vallées. Vers la fin du néolithique, certaines régions étaient manifestement surexploitées par une destruction durable de la forêt.

Ainsi la société fondée sur l'agriculture, imposant un travail intense et permanent, a permis une augmentation de la population. Cependant, ce système agraire, rapidement proche de la surpopulation, était très sensible (et l'est toujours dans les régions qui le pratiquent encore) aux modifications climatiques qui affectaient fortement la production, quand il devenait difficile de trouver de nouvelles surfaces. Mais surtout, une limite était atteinte avec l'impossibilité d'augmenter la production faute d'outils adaptés. En effet, au 5^{ème} millénaire av. JC, au Moyen Orient, dans les sols légers, d'épais silex triangulaires, mais cassants, ont dû être utilisés, comme des bois courbés, en guise de houes. Mais ces outils n'étaient pas assez solides pour les sols de nos régions (Mazoyer et Roudart, 1998).

Ainsi ces civilisations, apparaissant comme un progrès par rapport aux stricts chasseurs-cueilleurs, présentaient des défauts importants. Au-delà de la sensibilité aux variations climatiques, un important et constant travail et l'alimentation largement végétarienne étaient responsables d'une certaine débilité physique par rapport aux chasseurs, voire aux éleveurs et, comme chez ces derniers, source de nouvelles maladies infectieuses. Le régime alimentaire de ces collectivités était également responsable de caries dentaires qui pouvaient être mortelles et d'intoxications dues à la consommation de végétaux toxiques (l'ivraie enivrante, *Lolium temulentum*).

L'âge du bronze n'a pas amené de réel progrès pour des outils de travail du sol, bien que l'araire en bois durci au feu ait dû exister pour les sols légers du Moyen Orient jusque dans le nord de l'Italie. De plus de 1800 à 1250 av. J. C. le climat plutôt sec a certainement été à l'origine d'une baisse de la population. De 1250 à 750 av. J. C. avec une meilleure pluviosité, l'agriculture a repris et la population a augmenté. Cette période a correspondu certainement à l'arrivée dans les régions méridionales de l'araire existant en Mésopotamie depuis plusieurs millénaires. A l'âge du fer, à partir de 750 av. J. C., la température a baissé et l'abondance de pluies a produit de nombreuses inondations. C'est aussi la période de l'arrivée des Celtes.

Au Moyen Orient, les archéologues ont régulièrement décrit dans des restes domestiques carbonisés ou des pollens datant des débuts de l'agriculture, la présence d'espèces annuelles, aujourd'hui adventices des cultures. Cependant il reste difficile d'en déduire que, dans nos régions, leur présence était strictement liée à l'introduction des plantes cultivées et que ces espèces n'ont jamais été que des adventices. Selon que ces restes se trouvaient dans des zones rudérales ou des céramiques⁵, on peut être tenté de les considérer comme des rejets après tri de récoltes ou simplement consommés, mélangés aux céréales et éventuellement aux légumineuses volontairement récoltées. En général, les seules espèces citées (ayant des téguments solides et reconnaissables) sont de taille adulte

⁵ https://agriculture.gouv.fr/histoire/2_histoire/paleo_2.htm

comparable à celle des cultures : chénopode, coquelicot, mais surtout plusieurs chardons parce que certainement récoltées en même temps (Hartmann-Shenkman 2014). Dans les conditions de culture d'abattis- brûlis, les espèces les plus préjudiciables devaient certainement être les vivaces forestières et les repousses de souche qui obligeaient à abandonner le terrain, comme c'est le cas aujourd'hui dans les zones tropicales.

A l'apparition de l'agriculture, avec des systèmes de culture développés sur des sols neufs après abattis brûlis, au sein d'une végétation encore en place et sur des parcelles non dessouchées et mises en culture peut être de 2 à 4 saisons avant de retourner au taillis puis à la forêt, il n'est pas certain que se soit déjà révélé le besoin de contrôler toutes les plantes qui pouvaient étouffer les graminées cultivées, même si Mazoyer et Roudard soulignent cette nécessité précoce. Avec la culture, soit sur des laisses de cours d'eau, soit après abattage et brûlis, le sol devait, en l'état, être considéré assez propre pour porter des céréales, voire des légumineuses malgré une végétation spontanée non spécifique de la culture. C'est peut-être beaucoup plus tard et peut être sous la double pression du nombre de bouches à nourrir et du manque de surface qu'a dû émerger la nécessité de nettoyer complètement la parcelle pour donner le maximum de chances de développement à la culture, peut être semée à plus forte densité.

Toutefois dès l'origine de l'agriculture, alors que les récoltes étaient constituées d'un mélange de plantes domestiquées et de plantes sauvages, il y a 11 000 ans, des graines de mauvaises herbes étaient intimement liées aux céréales ou aux légumineuses cultivées et donc, certainement consommées. Des archéologues israéliens ont mis en évidence la présence des mauvaises herbes des céréales, chénopode blanc (*Chenopodium album*), mauve à petite fleurs (*Malva parviflora*), chardon de Syrie (*Notobasis syriaca*), et chardon-marie (*Silybum marianum*) communes en mélange avec les graines de céréales stockées (Snir et al, 2015) mais aussi d'espèces toxiques pour les Hommes, notamment la graminée toxique, l'ivraie enivrante, retrouvée dans les stocks de graines sur les sites protohistoriques de Ohaloli en Israël. La présence de plantes indésirables dont certaines toxiques a pu contraindre les premiers agriculteurs à la pratique d'un désherbage archaïque à l'instar de ce que soulignent Mazoyer et Roudard.

- DEBUT DE L'HISTOIRE - LA ROTATION BIENNALE ET LA CULTURE ATTELEE LEGERE

L'extension des zones perturbées pour les cultures et l'augmentation des populations par la déforestation ont dû contribuer à la modification du climat et à des bouleversements écologiques. Pour subsister, il a fallu inventer des systèmes post forestiers, différents selon les régions. Mais cela n'a été possible dans les régions tempérées méditerranéennes qu'après l'apparition des métaux. Ainsi, s'est imposé un système agraire fondé sur une rotation biennale (céréale-jachère) avec des attelages légers, et associé à de l'élevage (Fig 1). Ce système, moins gourmand en surface est devenu possible grâce à l'araire au soc d'abord renforcé par des lames de fer, puis à la pointe entièrement en fer et surtout grâce à l'apparition de la houe en fer. L'araire permettait la préparation et le semis, par des passages successifs, des sols légers peu envahis d'adventices. Quand il y en avait trop, il fallait labourer manuellement toute la surface à la houe.

C'est en Grèce que l'on a rapporté ce système agraire dès le 1^{er} millénaire, peut être à cause de la piètre qualité des terres pour la culture des céréales (à l'exception de l'orge moins exigeante que les blés) et de la rigueur du climat chaud et sec, voire froid en altitude. Mais l'ensemble de ces caractéristiques (climat, état des sols, surfaces disponibles...) limitait fortement la production. Ces défauts ont largement participé de l'origine des guerres entre les différentes cités grecques pour gagner, soit des terres, soit les productions des populations dominées.

Dans ce système, pour la première fois, l'agriculteur qui devait mettre en valeur annuellement des parcelles plus réduites, devait donc agir directement sur les adventices tous les ans. L'année de la culture, il fallait gratter le sol à l'araire ou, quand il y avait beaucoup d'adventices, labourer à la houe. Pendant la jachère, des passages réguliers de l'araire étaient couplés au pâturage par des animaux susceptibles de fumer un peu le sol.

Sans explicitement citer le contrôle des adventices, les auteurs grecs ont insisté sur le défonçage et le labour manuel du terrain avant le semis. L'utilisation de différents types d'arares et d'outils à main qui permettent le retournement complet du sol ont été bien décrits par Hésiode au 5^{ème} siècle avant notre ère sur les représentations des poteries grecques, et ce dès l'âge du bronze (Amouretti, 1976). Les labours de jachère, au moins un au printemps, l'autre à l'automne et jusqu'à 4, dans la Grèce antique, sont décrits comme destinés à préparer le sol, favoriser la gestion de l'eau mais surtout enfouir ou détruire les mauvaises herbes (Amouretti, 1976). Les façons culturales entre les lignes de semis avaient aussi une fonction de désherbage avec le *sartio* (sarclage à la houe) explicitement cité par Xenophon (Amouretti, 1976). Toutes ces interventions demandaient beaucoup de temps à l'agriculteur qui, de ce fait, ne pouvait travailler que des surfaces réduites (environ 1ha/homme, encore aujourd'hui dans beaucoup de régions du monde). Ce n'était pas le cas des grands domaines qui occupaient de nombreux esclaves ou des hilotes à Sparte.

La gestion des adventices en tant que telle a été peu évoquée par les auteurs grecs. En revanche, Théophraste rapportait la consommation de nombreuses espèces qui aujourd'hui seraient des adventices : la mauve, l'ortie, le tordyle, le rumex, la pariétaire, l'ache des marais, le scandix, le mouron, la chondrille (et plusieurs autres Astéracées) et même la morelle, aujourd'hui considérée comme toxique, plusieurs bulbes comme le glaïeul, le scolyme, le cardon sauvage, les racines de plusieurs Apiacées... La diversité des espèces citées pose la question de savoir si, dans les jardins qui étaient en permanence désherbés à la main, elles étaient épargnées pour être récoltées ou si elles étaient sarclées dans des zones cultivées, de préférence la jachère. Dans ce dernier cas, on peut se demander dans quelle mesure la gestion des adventices était très développée dans la céréale. Dans tous les cas, et jusqu'au XX^{ème} siècle, pour pouvoir être reconnues, elles étaient arrachées très tard quand elles étaient très développées et donc après avoir exercé leur concurrence.

Les agronomes romains avaient la même approche que les grecs et décrivaient les nombreuses interventions dans l'*ager* (terre labourable portant les céréales) avant et pendant la culture. Celles-ci étaient généralement effectuées par des esclaves. Dans les terrains faciles, l'araire présentait une pointe exigüe à l'extrémité du soc ou élargie en instrument tranchant pour couper les racines des adventices. On semait après quatre ou cinq passages d'araire (jusqu'à neuf en Toscane) dans plusieurs sens et, même, en cassant les mottes à la main. Il fallait, pour les céréales, herser, biner et sarcler puis arracher à la main les adventices quand le blé était noué. Un seul sarclage suffisait pour le lupin et la fève n'avait besoin de rien. Il n'y avait donc pas de désherbage dans ces cultures. Pline rapportait qu'en Gaule, un outil était équipé de roues et présentait un soc en forme de pelle qui retournait la terre et ainsi pouvait éviter un sarclage postérieur. De l'autre côté de la Méditerranée, le désherbage était très réduit, la sécheresse limitait la levée des adventices, mais la culture était précédée de deux années de jachère (Pline in Dubochet 1848).

Pour Columelle (1844), la conduite d'un hectare de blé exigeait 42 jours de travail, de la préparation du sol à la moisson. Or, en plus des 16 jours consacrés à la préparation du sol, déjà dirigée pour éliminer beaucoup d'adventices, la lutte contre celles-ci demandait, pour elle seule, 20 jours de travail de sarclages et d'arrachages manuels. Ainsi Columelle disait « *après avoir sarclé, il faut arracher les mauvaises herbes en prenant garde toutefois de toucher aux blés lorsqu'ils sont en fleur. Ainsi on fera cette opération soit avant la floraison soit immédiatement après que la fleur sera tombée* ». De ce fait, la concurrence des adventices avait largement eu lieu.

Cette situation était essentiellement due au fait que beaucoup de terrains étaient naturellement envahis par un très grand nombre d'espèces, aussi bien des adventices plus ou moins strictes que des espèces des milieux voisins qui profitaient de l'ouverture du terrain pour se développer. Il y avait ainsi un grand nombre d'espèces vivaces rudérales, des lisières ou des clairières des forêts voisines. Cependant chez les quatre auteurs latins, Caton, Varron, Columelle et Palladius (Nisard 1864), on ne trouve aucun passage concernant spécifiquement la gestion des plantes nuisibles à la culture. Seul Columelle a cité quelques plantes qu'il préconisait d'éliminer, mais seulement dans les prairies. Virgile citait aussi la fougère et le jonc dans les prairies. En effet selon Caton, le revenu le plus assuré l'était d'abord par de bons prés qui devaient être entretenus en supprimant les ronces, les broussailles, jonc

et épinés, mais aussi par la vigne et l'olivier. Les céréales demandaient trop de travail pour un rendement trop aléatoire.

Pour eux, il était des plantes à labourer et sarcler pour faire la place à la culture (l'yèble et la ciguë) et des espèces qui se comportaient comme des maladies. D'après Pline l'ancien (Pline in Dubochet 1848), « *la première de toutes les maladies du blé est l'avoine, l'orge aussi dégénère en avoine* ». Il rajoutait « *je rangerai plutôt parmi les maladies que parmi les fléaux de la terre : l'ivraie, le tribulus (tribule terrestre), le chardon, la lappa (bardane) ainsi que les ronces* ». Mais aussi, selon les idées de l'époque, Pline supposait aussi que chaque espèce cultivée était spécifiquement attaquée par une plante, son ennemie particulière. « *La cuscute enroulerait et tuerait le pois chiche et la gesse, l'ivraie étoufferait le froment, la lentille le serait par Coronilla securidaca (sécurigère en forme de hachette)* ». Les plantes dites nuisibles citées par Pline (et Olivier de Serres, plus tard) ont d'abord été décrites dans les jardins (*hortus*) par leurs propriétés médicinales réelles ou supposées. Par ailleurs, Virgile indiquait que les cultures de céréales en fin de saison prenaient l'aspect d'une forêt épineuse. Il devait certainement faire allusion à différentes espèces de chardons et des lampourdes qui devaient dépasser le blé en fin de saison.

Avec la recherche de productions dans les colonies, Rome importait des quantités énormes de denrées agricoles. Les prix à Rome s'effondrèrent à plusieurs reprises, le *saltus* (pâturage au-delà de l'*ager*) et l'*hortus* s'étendirent de plus en plus au détriment de l'*ager*. Cela développa des latifundia (grands domaines) et multiplia la plèbe. Avec l'accroissement de l'empire, la guerre ne rapportait plus assez d'esclaves et la pénurie de main d'œuvre à bas prix entraînait l'agriculture romaine dans la crise, source de pénuries alimentaires. Peu à peu, l'empire s'est effondré et les grands domaines se sont repliés sur leurs fiefs avec des esclaves et des familles serviles. Cette situation désorganisée, associée aux invasions, avec une population décroissante, a perduré pendant plusieurs siècles tant que les conditions du développement d'un nouveau système agraire n'ont pas été réunies pour permettre à nouveau une expansion de la population (Mazoyer M. et Roudart L. 1998).

2 LA ROTATION TRIENNALE A JACHERE ET CULTURE ATTELEE LOURDE

La révolution médiévale passa des systèmes à jachère biennale avec culture attelée légère utilisant l'araire, caractéristiques de l'antiquité, mais encore utilisés à cette époque dans le sud de la France, à des systèmes avec une jachère triennale (Fig 1). Au nord de la France, ce système bénéficiera d'une culture attelée lourde avec la charrue à versoir permettant le retournement complet de la motte de terre arrachée. En fait, bien que les deux outils soient très distincts, adaptés à des objectifs différents dans des terrains différents, il y eut toute une série de formes intermédiaires. D'une part, plusieurs araires de forme variée au soc pointu ou en patte d'oie servaient plus à lutter contre les adventices ou à faciliter les semis. Dans les sols plus profonds et moins pierreux apparut, à partir d'un bâtis d'araire monté sur des roues, la charrue tourne oreille. Selon que l'on avançait dans le champ ou que l'on traçait le sillon de retour, une planche était alternativement posée d'un côté ou de l'autre sur un soc triangulaire symétrique et un coutre était basculé à droite ou à gauche, en opposition à la planche. Ce système permettait de retourner une petite bande de terre. Mais ces outils s'usaient rapidement. Sont alors apparues les charrues à versoir fixe, généralement à droite, d'abord en bois, puis plus tard en métal et finalement d'une seule pièce avec le soc. Cette révolution a pris naissance à partir de techniques antérieures mais ne se développa dans la moitié nord de l'Europe qu'entre le XI^{ème} et le XIII^{ème} siècle. Le développement de la charrue à versoir, outre le fait qu'elle permettait de cultiver des terres trop lourdes pour l'araire, devait faciliter la lutte contre les mauvaises herbes, réduisant considérablement le temps pour la réalisation d'un véritable labour qui, auparavant, n'était réalisé qu'avec une bêche ou une houe. Mais selon les régions, jusqu'au XIX^{ème} siècle, beaucoup de parcelles étaient encore travaillées à la main, voire à l'araire.

Les performances de la culture attelée légère étaient limitées par la faiblesse des moyens et par une restauration de la fertilité très mal assurée. En outre dans les régions tempérées froides, les sols plus lourds qu'en zone méditerranéenne étaient quasi impossibles à travailler à l'araire. Mais il a fallu que plusieurs éléments fussent réunis pour que les cultures attelées lourdes pussent se développer. La

jachère et le *saltus* permettaient des récoltes de foin produit à la faux et rentré avec des charrettes. Des déjections, de ce fait, plus importantes étaient utilisées pour fumer les sols (mais les contaminaient par des semences d'adventices). Surtout la charrue, connue de longue date et, désormais, souvent tirée par des chevaux, était désormais plus courante. Enfin, l'usage coordonné de tous ces éléments a pu se faire vers la fin du premier millénaire grâce au réchauffement climatique de cette période. Quoiqu'il en soit, ces innovations devaient être très coûteuses et de nombreux agriculteurs ont dû continuer à travailler quelques lopins à la main (les brassiers).

La gestion des adventices n'était pas très différente du système précédent, si ce n'est que la charrue enfouissant des mottes d'adventices permettait de labourer de plus grandes surfaces que le travail à la houe, mais le résultat était de moins bonne qualité. Ce nouveau système s'appuyant beaucoup plus sur le bétail, les fumiers et les balayures de fenils réenseménageaient les jachères de beaucoup d'adventices. La population augmentant, les jardins prenaient de plus en plus d'importance avec des productions très diversifiées, désherbées à la main.

Mais la population a fini par atteindre un seuil de surexploitation des zones cultivées entraînant des famines, des épidémies et des guerres, surtout au XIV^{ème} siècle. Après avoir progressé plus vite que la population dont une partie, de ce fait, pouvait chercher des activités nouvelles en ville, la production a atteint ses limites à cause de défrichements excessifs entraînant la dégradation de l'écosystème et faisant chuter la production. La population s'est complètement effondrée.

Au XI^{ème} siècle, dans les zones tempérées, on cultivait du froment (moins de 10%) de l'épeautre et de l'orge (80%) et environ 10% de légumineuses de printemps. Le seigle était limité aux zones les plus froides. Il ne faut pas oublier que dans les zones utilisant le cheval de trait, au moins 20% de la surface étaient consacrés à la culture d'avoine pour nourrir les chevaux, en plus du fourrage et, plus tard, de racines (raves ou betteraves). De même, l'orge servait également à nourrir les porcs et les volailles.

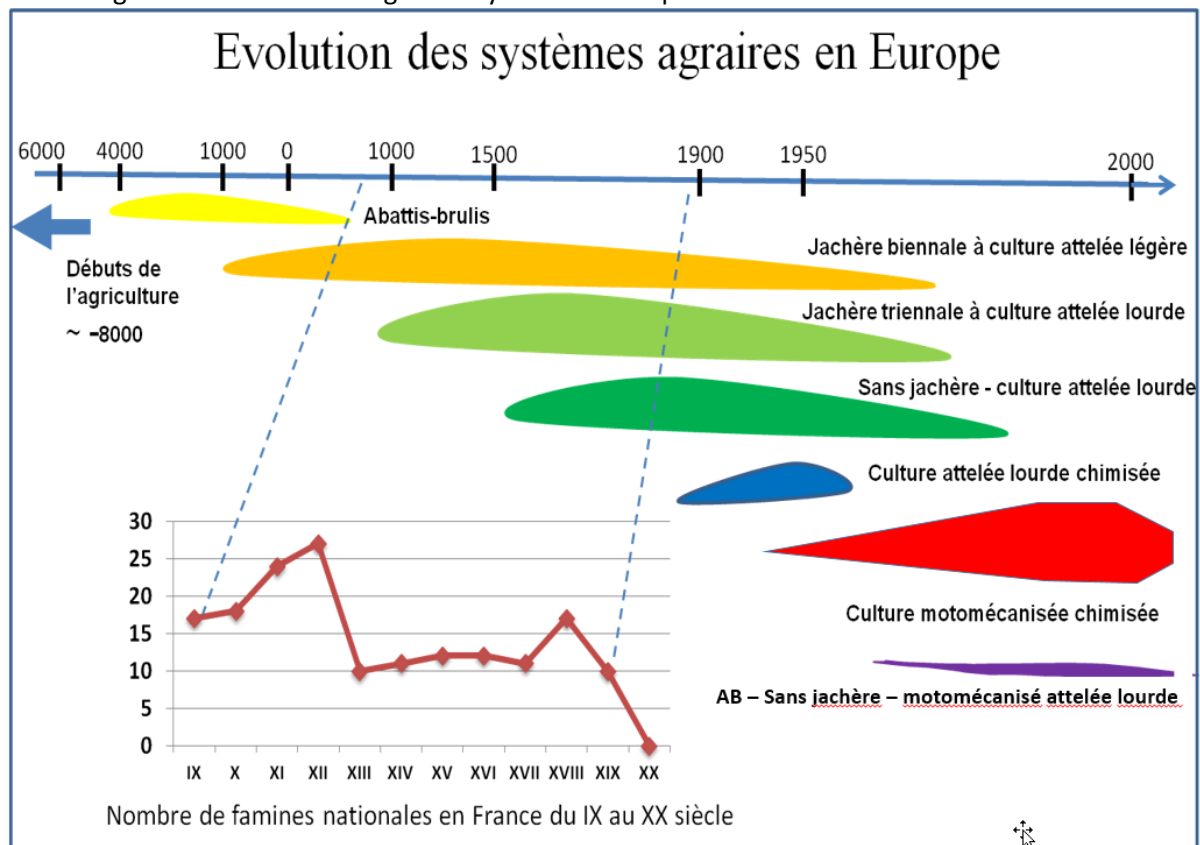
Jusqu'au XIV^{ème} siècle, la jachère a perduré avec un double but, restaurer de la fertilité et surtout, par le travail répété et également par la vaine pâture, nettoyer au maximum le terrain pour les céréales à venir. Dans ce but, on pouvait préférer les labours à la bêche ou la houe, très longs et pénibles mais plus profonds et très efficaces contre les adventices. Dans d'autres situations, on multipliait les passages à l'araire et ensuite des hersages perpendiculaires à la herse en bois pour décroûter la terre et supprimer les adventices. Dès l'époque romaine, cette activité était déjà pratiquée et peu différente des siècles suivants. Selon les situations, régions, types de sol, quantités et types d'adventices, il y avait de nombreuses variantes. Mais tous partaient d'un système moyen. Le premier labour consistait à « guéréter » (lever les guérets : donner un premier labour à la jachère) en hiver ou après les semis de printemps pour détruire les plantes levées depuis l'automne ou celles qui restaient après la vaine pâture. Le deuxième, à la saint Jean, servait à « biner » les levées printanières. Le troisième intervenait après les moissons pour « labourer à demeure », pour nettoyer le sol avant les semis. Dans les terres avec beaucoup d'herbes, on donnait au moins cinq labours. On « guérait » avant les semailles d'automne, on « entre-hivernait » vers la Noël, on « binait » au printemps, « rebinaît » avant les moissons et « labourait à demeure » avant le semis qui était aussi enterré à l'araire. Ces passages pouvaient suffire pour la plupart des adventices annuelles, mais pour les vivaces, il fallait en plus multiplier des labours par temps secs et de grandes chaleurs.

Dans le cas de parcelles trop sales ou de prairies à remettre en culture, jusqu'au XVIII^{ème} on procédait au véritable écobuage (ou égobuage). Cette technique consistait à peler le sol avec une écobue, large houe, en formant des plaques de végétation et de terre. Après séchage, elles étaient mises en tas, formant des fourneaux autour de tas de bois qui étaient allumés. La combustion, comme pour le charbon de bois, se faisait en conditions réductrices pendant plusieurs jours. Après refroidissement, les cendres étaient dispersées dans le sol pour l'amender.

Par ailleurs, la distinction *ager-hortus* existe depuis très longtemps et c'est certainement vers cette période que, à l'instar de la fin de Rome, la tendance à privilégier l'*hortus* a conduit à faire émerger la distinction entre agriculteur et maraîcher. En effet, l'*hortus*, sur des surfaces réduites, parfaitement travaillé en permanence à la main, portait de très nombreuses espèces de différents légumes, fleurs, plantes aromatiques et médicinales et même textiles et, dans la proximité des villes, tendait à supplanter totalement l'*ager*.

Ce n'est peut-être que vers le XIII^{ème} siècle que l'on a décrit pour la première fois le travail des femmes qui devaient arracher les adventices à la main ou avec une petite fourchette. Activité rapportée aussi au début du XVII^{ème} siècle, par Olivier de Serres (1605), « *c'est une très-notable partie du gouvernement des blés, que le sarcler ou es-herber, laquelle obmettant ou négligeant, la moisson monstrera évidemment la paresse du laboureur, à sa honte... C'est ouvrage de menu peuple, que le sarcler, auquel femmes et enfans travaillent utilement, n'y ayant autre chose à faire qu'à arracher les herbes avec la main seule, ou à l'aide de quelques petites fourchettes : desquelles herbes n'en pouvans entièrement descharger les blés à une seule fois, on y retournera pour la seconde, voire pour la troisieme, et en somme, tant qu'il suffise...* ».

Fig 1 : schéma de la succession des différents systèmes agraires en Europe
Diagram of the different agrarian systems in Europe



3 L'ABANDON PROGRESSIF DE LA JACHERIE ET LES « TEMPS MODERNES » (DU XVEME A LA FIN DU XIXEME SIECLE)

Au début du XVI^{ème} siècle, localement, la jachère a commencé, à être remplacée par des légumineuses fourragères, particulièrement dans les plaines septentrionales (Fig 1). C'est le début de la première révolution agricole qui a été longue à s'imposer en France. Un siècle plus tard au nord de la France, la céréale d'hiver était toujours du seigle, du blé ou du méteil. La céréale de mars était de l'orge ou de l'avoine avec ou sans vesce, très rarement du blé. La jachère, quand elle existait encore, était toujours travaillée et pâturée. Dans une France « moyenne », le froment était plus rare, il y avait plus de seigle et du sarrasin, surtout dans l'ouest. Il y avait moins d'avoine car le bœuf remplaçait le cheval. Parfois, la terre pouvait être rendue à la friche pendant plusieurs années. La sole de grain pouvait ne représenter que 20% de la surface cultivée à côté des jachères et des prairies. En France méridionale, le système biennal faisait toujours alterner des céréales d'hiver avec de la jachère très travaillée. Mais des régions commençaient à se spécialiser avec de l'arboriculture (olivier ou châtaignier) ou de la vigne. Localement, des jardins, souvent importants, portaient de nouvelles espèces, en particulier du maïs qui, plus tard, devait remplacer le pastel devenu quasi inutile.

Les désherbages manuels, entrepris généralement après l'hiver dans les céréales d'hiver, demandaient en moyenne, pour un blé peu envahi, entre 4 et 7 jours-femme/ha mais pouvaient devoir être repris plusieurs fois en fonction de la croissance des adventices (Maison rustique 1844). Mais des parcelles très sales exigeaient fréquemment deux ou trois fois plus de temps. La pire des cultures pour le désherbage était le lin, surtout textile, qui nécessitait jusqu'à 30 jours-femme/ha et si l'équipe n'était pas assez importante, quelle que soit la taille de la parcelle, il fallait recommencer dès la fin du premier passage, au risque d'endommager la culture très fragile. En plus de ces travaux pénibles des femmes et des enfants, d'autres, encore plus durs, devaient souvent intervenir à l'épiaison. Des échardeurs devaient passer pour couper les chardons en fleurs et les sortir des parcelles. Dans le nord, la folle avoine (avron) était si fréquente et abondante que « de solides avronneurs » devaient arracher les grosses touffes à la main quand elle dépassait le blé et les emporter hors du champ. Les rumex ne pouvaient qu'être arrachés à la main avec une bêche à rumex par des hommes forts quand le sol était bien humide

Beaucoup d'espèces vivaces n'étaient que sectionnées et repoussaient rapidement. Parmi celles-ci, plusieurs étaient pratiquement impossibles à détruire, même dans la jachère. Le chiendent exigeait beaucoup de travail par temps sec et les rhizomes devaient être ramassés et brûlés en été. En jachère, l'avoine à chapelet nécessitait un travail mécanique profond. Certaines, comme la prêles, voire le liseron étaient définitivement impossibles à éliminer. Le tussilage et les rumex, mais aussi des chardons déjà lignifiés à la base, du sureau yble, de la bugrane...ne pouvaient être extirpés peu après la pluie que par des hommes solides armés de grosses tenailles (moïttes). Dans tous les cas, les plantes arrachées devaient être sorties des champs et souvent brûlées (beaucoup d'espèces peuvent produire des semences, même après l'arrachage). Certaines, non toxiques, étaient souvent conservées pour les animaux. Dans les régions où on produisait du méteil, l'esseiglage manuel devait être effectué dans les autres céréales.

Ainsi, Duhamel du Monceau, au milieu du XVIII^{ème} siècle, décrivait deux façons de sarcler à la main les blés : « *Des femmes de front avec un sarcloir (échardeur) coupent les herbes apparentes (celles qui dépassent comme chardons, nielles, papaver, bleuet, moutarde, nigelle...). Si les plantes sont encore jeunes, les sarcleuses ne les voient pas et il faut répéter l'opération. En revanche, on peut aussi couper le blé, les plantes menues restent dans le champ, enfin les chardons poussent de leurs racines deux, trois ou quatre tiges au lieu d'une.* » Une autre manière consistait à arracher les mauvaises herbes, mais l'auteur considérait que cela pouvait être très coûteux (« *il peut falloir jusqu'à 20 personnes pour sarcler un ha en un jour* ») et était omis par beaucoup de fermiers. Et il ajoutait que « *dans les pays de vignoble, les femmes qui ont des vaches à nourrir ne demandent pas mieux que d'arracher les mauvaises herbes. Mais elles arrachent aussi du blé et y font un tort considérable surtout quand la terre est humide en foulant les blés avec leurs pieds et en trainant les sacs qu'elles emplissent d'herbes* » (Duhamel du Monceau, 1762).

« *Pour empêcher la multiplication des mauvaises herbes, il est bon de les détruire avant que leur graine soit mûre. (...) Il ne faut pas non plus espérer de les détruire, en laissant les terres en friche ; car les semences se conservent bien des années en terre sans s'altérer* » (Duhamel du Monceau, 1750).

Selon De Gasparin (1849) à la fin du XVIII^{ème} : « *Quelques jours après, quand la plante (de blé) a pris un plus grand développement, on procède au sarclage. Des femmes en nombre, courbées vers la terre arrachent avec les mains, une par une, toutes les plantes nuisibles. C'est un travail minutieux, mais auquel le cultivateur ne saurait se soustraire sans quoi la malheureuse ivraie et l'avoine stérile dominant dans son champ et le rendent infertile* ».

- Les espèces en présence

Depuis le XVIII^{ème} siècle avec Duhamel du Monceau (1762), jusqu'à la première moitié du XX^{ème}, avec Rabaté (1927), on a toujours cité les mêmes espèces dominantes. Les plus difficiles à contrôler étaient les vivaces, présentes partout.

D'abord chez les graminées, le chiendent rampant (*Elytrigia repens*), le chiendent pied de poule (*Cynodon dactylon*), l'avoine à chapelet (*Arrhenatherum bulbosum*), l'agrostis rampant (*Agrostis stolonifera*), le brachypode penné (*Brachypodium pinnatum*) étaient bien adaptées au travail du sol avec des systèmes souterrains rampants et étaient multipliées par le fractionnement de ces organes.

Parmi les dicotylédones, le liseron des champs (*Convolvulus arvensis*), les vesces (*Vicia* spp), les gesses (*Lathyrus* spp) avec un enracinement très profond étaient incontrôlables. Le chardon roland (*Eryngium campestre*), plusieurs chardons (*Cirsium* spp) et le laiteron des champs (*Sonchus arvensis*) se développaient malgré les outils utilisés pour les sarcler.

Mais, très souvent, selon les régions et le type de sol, des espèces, aujourd'hui oubliées depuis l'avènement du désherbage chimique, envahissaient les céréales à paille. Dans les bonnes terres, la grande berce (*Heracleum sphondylium*), le pissenlit (*Taraxacum officinale*), le sureau yèble (*Sambucus ebulus*), dans les sols humides, le tussilage (*Tussilago farfara*), la presle (*Equisetum arvense*), dans les sols acides, la fougère aigle (*Pteridium aquilinum*), dans les sols calcaires, la bardane (*Arctium lappa*), l'ail (*Allium oleraceum*) ou l'arrête-boeuf (*Ononis spinosa*) rendaient quasi impossible la culture des céréales sans des travaux importants pendant l'interculture, en plus du désherbage pendant la culture. Aujourd'hui certaines de ces espèces oubliées, comme la grande berce ou le pissenlit ou le panais cultivé (*Pastinaca sativa*) réapparaissent dans certaines conditions d'agriculture biologique (Leroy 2011), ainsi que l'armoise commune (*Artemisia vulgaris*) à partir des bordures. Par opposition, les rumex à feuille obtuse (*Rumex obtusifolia*) et rumex crépu (*Rumex crispus*) aujourd'hui fréquents en cultures annuelles, étaient plus abondants en prairies naturelles.

Dans l'interculture avant les céréales d'hiver, quand on avait réduit suffisamment les vivaces, les annuelles occupaient la place. Les principales, dominantes et les plus dommageables, étaient : la nielle des blés (*Agrostemma githago*), la nigelle (*Nigella arvensis*), le coquelicot (*Papaver rhoeas*), le bleuet (*Cyanus segetum*), le peigne de venus (*Scandix pecten veneris*), le pied d'alouette (*Delphinium consolida*), les matricaires (*Matricaria* spp), la folle avoine (*Avena fatua*), les ray grass (*Lolium* spp). En céréales de printemps, se développaient surtout de la moutarde (*Sinapis arvensis*), de la ravenelle (*Raphanus raphanistrum*) et des levées printanières de folle avoine. Il existait également des plantes semi-parasites, tel le mélampyre (*Melampyrum arvense*) et de véritables espèces parasites. Les cuscutes (*Cuscuta* spp) pouvaient être abondantes et parasiter aussi bien des légumineuses que le lin, le houblon et même le blé, non hôte mais envahi d'adventices qui maintenaient cette terrible plante parasite. De toutes les orobanches, seule l'orobanche rameuse (*Phelipanche ramosa*) se trouvait en cultures sur le chanvre et quand elle était très abondante elle pouvait croître dans d'autres cultures.

- Arrivée de la deuxième révolution agricole des temps modernes

Au XVIII^{ème} siècle, plus des trois quarts des paysans français n'exploitaient pas assez de terre pour atteindre le minimum vital, d'une part parce que les exploitations étaient trop petites, d'autre part parce qu'il leur était impossible de se procurer des moyens techniques. Dans cette agriculture de subsistance, on avait encore beaucoup recours à la jachère et les productions de céréales étaient très limitées. Dans le nord et le bassin parisien, pour un grain semé, on pouvait en récolter 5 à 7, en Normandie de 4 à 5, en Bourgogne de 3 à 5, mais dans les régions les plus pauvres, comme la Sologne ou la Bretagne, seulement de 2 à 3.

Au premier quart du XIX^{ème} siècle, dans ces très petites exploitations, tout le travail était fait à la main. On ne disposait que de houes, de bêches, de faucilles ou de faux, d'arares ou de charrues simples, de herses à dents de bois ou de fer, de rouleaux de bois. Par opposition, dès le milieu du XIX^{ème} siècle, la Grande Bretagne devint pionnière dans le développement du machinisme, bientôt suivie par les Etats Unis. Dès le XVIII^{ème} siècle, les pâturages avaient été clos pour limiter la vaine pâture. La jachère de ce fait avait disparu à la fin du siècle et au XIX^{ème} commençait à se développer une agriculture capitaliste de grandes propriétés. C'est dans le Norfolk que les innovations majeures apparurent, comme le semoir mécanique pour permettre un sarclage attelé. Plus tard la récolte et le battage furent aussi mécanisés. Sur le continent, ces idées furent appliquées surtout en Saxe, mais en France, seulement dans quelques grandes fermes du nord. Dès 1870, l'agriculture allemande était devenue exportatrice de blé, par opposition à la France toujours importatrice.

Cependant, en France à cette époque, la structure générale de l'agriculture était très différente. En 1892, on comptait plus de 5,5 millions d'exploitations dont 85% d'une superficie inférieure à 10ha, (plus de 35% inférieures à 1ha) et par opposition, moins de 5% de 100ha. Environ 75% des

exploitations étaient gérées en faire-valoir direct. Jusqu'à la fin du XIX^{ème} siècle, la France a été l'un des pays les plus en retard pour l'utilisation du matériel agricole innovant et, en fait, ne s'est équipée que contrainte par le manque de main d'œuvre disponible et l'augmentation de son coût et, non pas grâce à la pénétration des idées de progrès. Pourtant, bien que les causes de ce retard soient variées, il semble que les facteurs socio-économiques aient été les plus importants : trop peu avaient les moyens de se mécaniser.

Ainsi, à part dans quelques grands domaines du nord de la France, les céréales ont continué pendant très longtemps, jusqu'à la seconde guerre mondiale, à être semées à la volée par des « *hommes expérimentés au pas régulier* ». Cette dispersion aléatoire des levées interdisait tout désherbage précoce, compliquant l'arrachage manuel et limitant souvent le sarclage à un hersage léger en fin d'hiver. Cependant, toutes les cultures devaient être désherbées. Ainsi le maïs, les betteraves, les carottes, les navets... étaient binés à la houe et devaient être démariées manuellement, souvent dans un autre passage pour éviter un excès de destruction par la houe.

Dans certaines régions, des agriculteurs qui n'avaient pas les moyens de payer le sarclage manuel, n'intervenaient tardivement que pour l'échardonnage obligatoire (les arrêtés, tombés en désuétude mais relancés par le retour très visible de *Cirsium arvense* depuis la jachère, un temps obligatoire et les ZNT). Cependant, malgré un dénigrement général de la profession, dans quelques grandes fermes de Beauce, de Brie et du nord de la France, on pratiquait le semis en ligne aux rangs espacés de 17 à 22 cm pour des binages manuels répétés et des écartements plus importants pour des sarclages à la sarclouse attelée permettant, en terres fertiles, de facilement doubler le rendement du blé, voire plus. De surcroît, dès le milieu du XIX^{ème} siècle, l'école devint petit à petit obligatoire, privant les agriculteurs des bras des enfants pour l'arrachage des adventices (mais pas pour les travaux d'été : ce fut la concession pour la durée des vacances). Avec l'évolution sociale, les villes avaient un besoin accru de main-d'œuvre, mieux payée qu'en campagne et détournaient les ouvriers agricoles, voire même les jeunes femmes. Parallèlement, les besoins citadins, surtout en blé, s'accroissaient. Cette situation aggravait la gestion des adventices, de plus en plus problématique, qui devenait une des principales causes de la stagnation des rendements et de l'augmentation des importations de blé américain ou ukrainien jusqu'au milieu du XX^{ème} siècle. Avec une moyenne de rendement pour le blé de 6 ou 7 grains pour un semé (à peine 9 à 10 q/ha), il aurait fallu pouvoir fortement augmenter cette production, car l'importation de ce blé indispensable coûtait de plus en plus cher. De ce fait, la majorité de la population était obligée de consommer surtout du seigle et de l'orge. C'est pour une minorité de la population que nos colonies d'Afrique du nord produisaient du blé. Mais, on devait, en plus, importer des blés étrangers, principalement américains, jusqu'à 1.4x10⁶ t en 1927 et 2.3x10⁶ t en 1928 (Demangeon 1929) pour, en moyenne, plus d'un milliard de francs or par an (Rabaté 1927), une dépense alors considérable pour l'économie française.

4 INVENTION DU DESHERBAGE CHIMIQUE ET DES HERBICIDES SELECTIFS

Dans l'Antiquité, divers peuples salaient la terre des cités vaincues pour la stériliser. La légende veut que les Romains l'auraient fait à Carthage après la troisième guerre punique, ainsi qu'à Alésia. En agriculture, ce qu'on appelle maintenant désherbage chimique a été, sinon pratiqué, du moins évoqué très tôt : « *Et au cas que ces moyens ne soient suffisants, il sera bon d'épandre de la chaux sur la terre labourée sur la fin de Février : car outre qu'elle engraisse grandement, elle nettoie encore tout terroir, & y fait mourir toutes les herbes méchantes & dangereuses, d'où vient que la cueillette en est plus abondante, que de tous fiens [fumiers] qu'on y saurait mélanger.* » (Estienne & Liébault, 1572, livre 5, chap. 6 ; cf. Gallo, 1572 : 32 ; Olivier de Serres, 1604 : 99). Il s'agissait d'une destruction totale et non sélective. Home, expérimentateur anglais du XVIII^e siècle, rapportait une anecdote à propos d'un gentilhomme à qui on avait préconisé du tartre vitriolé (sulfate de potassium) pour détruire les herbes de sa cour. Ce qui fut fait, mais il en conclut qu'au contraire elles s'en étaient trouvées renforcées (Home, 1757). Ces rares exemples historiques rapportent des effets délétères de produits chimiques sur des plantes, mais pas de tentatives de désherbage chimique épargnant la culture.

Donc on ignorait qu'il puisse exister des produits sélectifs, c'est-à-dire capables de détruire certaines espèces, si possible des adventices, et d'en épargner d'autres, telle la culture. Pourtant, déjà au XVIII^{ème} siècle, par analogie avec le chaulage qui avait permis la culture du blé dans les sols trop acides réservés au seigle et qui s'était avéré toxique pour beaucoup d'adventices, Duhamel du Monceau rêvait : « *ne serait il pas possible de trouver des engrais qui en faisant périr les mauvaises herbes fissent profiter le froment ?* » (Duhamel du Monceau 1762).

C'est fortuitement que Louis Bonnet, viticulteur à Murigny près de Reims, fit la première observation qui allait initier une utilisation agricole des produits chimiques pour un contrôle sélectif des adventices dans une culture. Il en fit une communication au Comice de Reims le 12 décembre 1896 (rapporté par Bain et al., 1995). Il avait remarqué quelques années auparavant dans ses vignes que la bouillie bordelaise qui tombait sur des ravenelles ou des moutardes brûlait les feuilles et pouvait les tuer s'il y en avait assez, mais surtout qu'elle semblait sans effet sur des folles avoines. Donc, en 1896, ayant un champ d'avoine pour nourrir le cheval envahi de moutardes et de ravenelles déjà en fleur, il eut l'idée d'essayer une solution à 2%, puis à 4 et 6% car les ravenelles semblaient encore survivre. Satisfait de l'évolution, il traita tout le champ qui, trois jours plus tard, se trouva complètement désherbé et sans symptômes sur l'avoine (Fig 1).

Cette découverte se répandit comme une trainée de poudre dans plusieurs pays. Très rapidement de nombreux produits furent testés dont le plus important fut l'acide sulfurique (Rabaté 1927) qui continua à être autorisé (mais pas forcément utilisé) jusqu'en 1980. Malgré l'énorme avancée que représentait cette nouvelle stratégie de gestion des adventices, pendant un demi-siècle, peu d'agriculteurs furent concernés. Après la seconde guerre mondiale et l'arrivée de nombreuses molécules de synthèse, inhibiteurs spécifiques de métabolismes propres aux végétaux, les conditions ont rapidement évolué, les désherbages sont devenus plus effectifs et les rendements ont cru jusqu'à atteindre l'autosuffisance pour le blé après 1960.

Depuis, la gestion des adventices semble, aux yeux de beaucoup, être un problème définitivement résolu et plus nécessairement obligatoire devant la propreté des cultures (voire même niant son importance) (Tab 1). Cependant, beaucoup d'espèces vivaces n'ont pas été éliminées. Elles sont dans les bordures et susceptibles de revenir par le fractionnement des rhizomes avec les labours et multipliées par l'arrêt des traitements. Plusieurs espèces annuelles ont disparu des cultures, essentiellement parce que les conditions du milieu ne leur sont plus favorables. Pourtant, beaucoup sont encore présentes, l'arrêt des traitements obligera à multiplier les interventions. De plus, le semis direct favorise les espèces pérennes (grande berce) et anémochores (pissenlit, épilobe...).

Comme la gestion des adventices a toujours été la plus exigeante en main d'œuvre, dans la société actuelle et avec les systèmes agraires adaptés à la production nécessaire, ne vouloir les contrôler que par des pratiques de systèmes antérieurs aura forcément des conséquences néfastes pour les agriculteurs et toute la société. La remise en cause des traitements obligera à introduire des cultures étouffantes seulement valorisées par les animaux, réduisant la part des céréales dans la sole, sauf à augmenter les surfaces cultivées. Dans les cultures, les désherbages mécaniques, outre l'augmentation de travail, participent à la pollution de l'air par les imbrulés de gazoil et les particules de sol (Délos et al, 2019) et à l'altération des sols. Pour la société, outre la pollution de l'air, cela entraînera l'augmentation des prix et l'importation de produits de qualités douteuses pour lutter contre les baisses de production.

Tableau I : Principales étapes du désherbage et de l'historique des herbicides (D, G, A, V : dicotylédones, graminées, annuelles, vivaces)
Major steps of the weeding and the herbicide history (D, G, A, V: broadleaves, grasses, annual, perennial)

année	type de produit	cibles	Situations, effets
Début de l'agriculture vers 8000 av JC	Présence de proto mauvaises herbes, désherbage manuel non documenté	Aucune assurance d'un contrôle manuel des adventices.	Utilisation des zones ouvertes jusqu'à la surpopulation Présence de nombreuses semences d'adventices dans les récoltes fossiles

Age du bronze et antiquité	témoignage d'utilisation de l'araire et apparition de la - jachère biennale	Contrôle manuel et à l'araire en jachère	Utilisation de la défriche jusqu'à la crise et mise en place de la jachère biennale surtout en zone méditerranéenne
XIème siècle	diffusion de la charrue à versoir - jachère triennale	Contrôle manuel et à la charrue en jachère	Mise en valeur de terres plus lourdes et introduction de la jachère triennale dans les zones plus nordiques
XVIème siècle	rotation avec légumineuses - culture attelée lourde (charrue) généralisée	Contrôle manuel et à la charrue pendant la petite jachère	Fin des défriches, besoin de plus de production et progressivement introduction de légumineuses pour les animaux à la place de la jachère
< 1896	tout manuel ou mécanique tracté par des animaux	Contrôle indistinct des espèces	faible efficacité sur vivaces, nombreuses journées de travail.
1896	1er herbicide : sulfate de cuivre	DA	nécrose les crucifères à volume élevé ; toxique pour le sol et les animaux (en particulier les ovins).
1896 -1944	tests de nombreux sels, engrais	DA	± efficace, nécrose, acides toxiques corrosifs
1912	acide sulfurique	DA	± efficace, nécrose, ≤ 120 l/ha - acide fumant, acidifiant du sol. Très corrosif également pour le matériel d'application
≈ 1912	arsenites, premières interdictions mais maintien comme insecticide		Mortels à faible dose, effets long terme et accumulation
1932	colorants nitrés (dinitrophénol, DNOC)	DA	± efficace, nécrose.
1944	début de l'homologation : 12 molécules	DA	± efficace, nécrose, la plupart toxiques et hautement dangereux.
1946	2-4D – généralisation du tracteur pour la pulvérisation	DA	1 ^{er} herbicide non toxique, effet physiologique à 1l/ha.
1950	retrait du chlorate de sodium en cultures		250kg/ha ; persistant> 6 mois, toxique, comburant.
1954	urées	DAGA	1ers antigaminées.
1957	triazines	DAGA	1er désherbage chimique efficace et sélectif du maïs.
1958	aminotriazole	DGAV	1 ^{er} herbicide efficace sur vivaces, non toxique en relatif.
1961	retrait de tous les sels		fin de la salinisation des sols.
1961	retrait de la cyanamide calcique herbicide	DA	engrais azoté herbicide, ≤ 300kg/ha.
1962	diquat, paraquat	DGAV	effet total et défanant.
1966	retrait du dinitrophénol		très toxique, libère de l'arsenic, persistant.
1975	glyphosate	DGAV	effet total systémique et prolongé, non toxique.
1978	Fops et inhibiteurs de l'Accase	GA	1ers herbicides stricts antigaminées.
1980	retrait de l'acide sulfurique		fin des forts volumes et doses, dernier produit corrosif.
1984	Sulfonylurées	DAGA	très faibles doses, très efficaces.
1990	retrait du chlorate de sodium sur sol nu		Produit toxique trop persistant
1994	inhibiteurs de la 4HPPD	DAGA	dernier mode d'action herbicide homologué.
1998	retrait du DNOC		produit organique introduit en 1930, très toxique, utilisé à forte dose
2004	retrait des triazines		retrait spécifique à l'Europe occidentale. la terbutylazine reste autorisée dans certains pays de l'UE. L'atrazine n'a été retirée qu'en 2011 en Suisse. Elles restent utilisées par les grands producteurs de maïs au plan mondial.
2008	retrait du paraquat en Europe		Au risque de manquer de modes d'action d'herbicide total. L'Amérique et l'Australie n'ont pas suivi l'Europe
2012	acide acétique	DGAV	retour d'un acide corrosif, défanant mais à grands volumes en 2016 pour les jardins et usage amateur.
2012	acide pélargonique	DGAV	défanant à grands volumes.
2015	glyphosate (Avis discuté du CIRC classant la molécule cancérigène probable)		Début d'un débat sur le premier désherbant utilisé au plan mondial qui n'aura d'effet qu'en Europe
2016	retrait de l'aminotriazole en Europe		2ème herbicide non sélectif "moderne" retiré. Reste le glufosinate et le glyphosate . Les autres régions du monde n'ont pas suivi l'Europe

2017	retrait du glufosinate en Europe (dérogations BE, BG, CZ, EL, HR, HU, PL, PT, RO, SK, UK)		3ème herbicide non sélectif "moderne" retiré, reste le glyphosate. Les autres régions du monde n'ont pas suivi l'Europe
2018	retrait du diquat		Les autres régions du monde n'ont pas suivi l'Europe

DISCUSSION - CONCLUSION

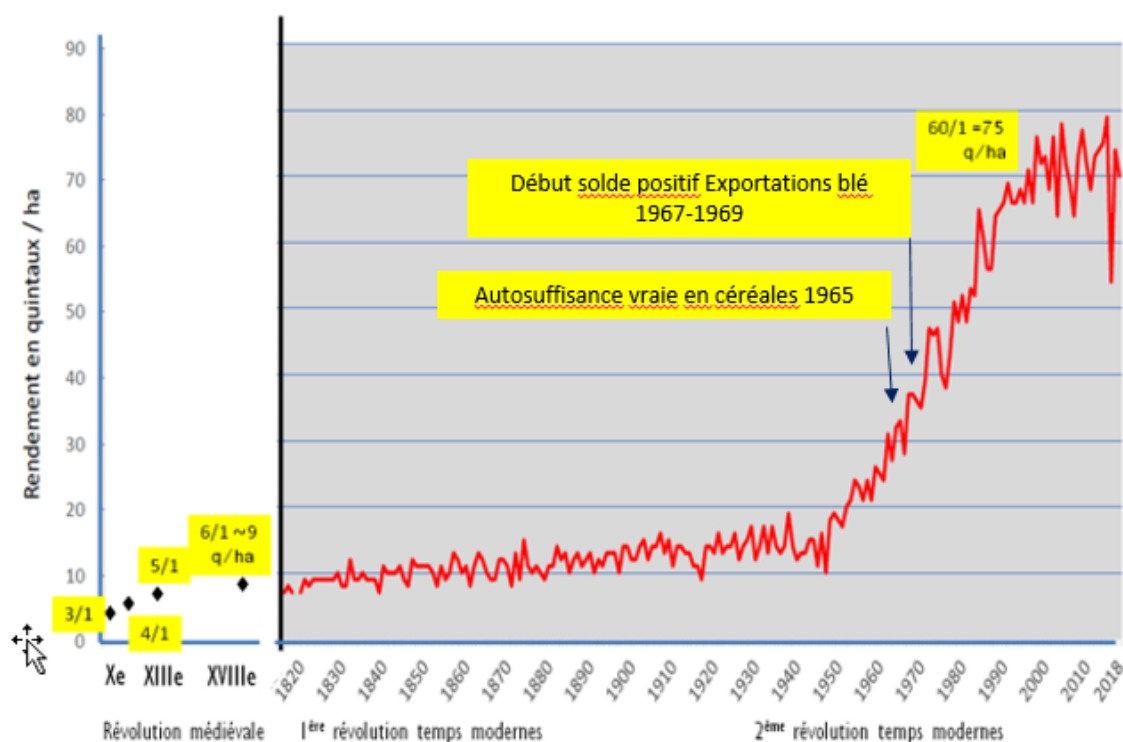
Dans nos régions, au fil des siècles, les populations humaines ont évolué en fonction des conditions climatiques et environnementales. Dans de bonnes conditions climatiques au néolithique, la tendance à l'augmentation des populations (plus d'animaux et de végétaux comestibles) a conduit à l'obligation de trouver des techniques pour parer au risque de famine. On peut imaginer que l'agriculture a dû être une de ces réponses. Dès lors l'impact de l'espèce humaine a commencé à modifier les milieux naturels. Avec le temps, les premières cultures ont contribué à la saturation des milieux ouverts disponibles. Il a alors fallu élaborer un véritable système agraire. Le temps des premiers semis dans des zones naturellement ouvertes a cédé la place à celui de la culture sur abattis brûlis. Cela fut possible grâce à de meilleures conditions climatiques, mais surtout à la possibilité de disposer de la hache en pierre polie assez solide pour abattre des arbres. La multiplication de ces activités a peu à peu conduit à des situations de surpopulation relativement au système agraire (défrichements excessifs), concomitantes à une dégradation du climat. Ce n'est que lorsque les métaux sont apparus (Age du bronze :- 1800 à -725) et particulièrement le fer (-725 à -450), corrélativement à une amélioration climatique, que le système de jachère biennale avec la culture attelée légère a pu se développer pour pallier le manque de nouvelles zones propices au défrichement.

Avec des fluctuations, les systèmes ont continué à évoluer plus ou moins différemment selon les régions. Pour assurer l'alimentation (malheureusement pas toujours suffisante) de la population, c'est la conjonction de plusieurs facteurs qui a conduit à l'abandon de la jachère au profit de cultures fourragères permettant un accroissement du bétail et donc des fumures, puis, grâce aux transports et l'industrie et à la mécanisation. Mais, malgré une nourriture encore insuffisante pour une bonne part de la population (disettes régulières et famines dans les régions les plus pauvres), le système n'était pas satisfaisant. Des famines généralisées à l'échelon national pouvaient se succéder en moins de dix ans (Fig 1). Enfin, au début du XXème siècle, on découvrit les herbicides chimiques qui se sont progressivement imposés à partir du milieu du siècle, en même temps que la protection des cultures, la génétique et les avancées en agronomie. Grâce à cette conjonction, la production française est alors devenue autosuffisante pour la première fois depuis l'apparition de l'agriculture et même exportatrice dans le cadre de la politique européenne pendant les premières années 1960 selon les cultures.

Si dès l'apparition du système de jachère biennale et de culture attelée légère, le besoin de contrôler les adventices a été perçu comme primordial (sans que l'on sache si, auparavant, on cherchait à éliminer la végétation naturelle), pendant plusieurs millénaires cette activité a nécessité l'implication d'une main d'œuvre pléthorique, d'autant plus facile à mobiliser qu'il s'agissait d'esclaves ou de serfs, mais sans jamais s'avérer suffisante. Ainsi selon les systèmes, les cultures occupaient moins de la moitié de la sole. Le contrôle des adventices exigeait un important et long travail sur les jachères et monopolisait beaucoup de monde pour sarcler les cultures. Au XIXème siècle, la crise devenait inévitable avec l'entrée des enfants à l'école et le départ de la main d'œuvre vers les villes : plus de demande de production de blé avec de moins en moins de bras. L'agriculture motomécanisée et chimisée, apparue dès le début du XXème siècle et vraiment développée à partir de 1950, a permis de répondre à la demande sociale et même libéré encore plus de main d'œuvre qui est devenue citadine avec des activités très diversifiées (Fig 3).

L'histoire nous a appris que le principal fléau permanent, les adventices, doit être constamment combattu au maximum. Or depuis plusieurs millénaires, on n'a tenté de les contrôler que par des équipes nombreuses les arrachant à la main ou sarclant à la houe. Les outils attelés, aussi bien dans la préparation des semis que le travail de la jachère, sont plus rapides, monopolisent

Fig 3 : Evolution du rendement du blé en France (nombre de grains récoltés par grain semé)
Evolution of wheat yield in France (number of gathered grains per sowed grain)



moins de personnel, mais sont moins efficaces et surtout exigent de compenser l'énergie dépensée par les animaux (fourrages et grains). Mais aussi, dans nos systèmes motomécanisés, l'énergie pour un désherbage mécanique est largement dépendante du carburant des tracteurs donc du pétrole. Seul le désherbage chimique, bien que dépendant aussi du pétrole, mais infiniment moins consommateur, essentiellement pour la pulvérisation de l'herbicide, est le plus efficace et assuré par un minimum de main d'œuvre. Pourtant, ce n'est pas le cas dans plusieurs pays où beaucoup d'agriculteurs pratiquent encore (par force) les premiers systèmes. Ils sont très loin de nourrir leur population, car, travaillant à la main, chacun ne peut conduire qu'un hectare par an et donc à peine nourrir une petite famille.

De plus, quel que soit le système employé, jusqu'à la fin des années 1980, le principal objectif était d'assurer une production suffisante. Désormais et depuis le début des années 1990, dans nos pays, une attente sociétale rend indispensable une approche environnementale, pas toujours en adéquation avec la nécessité de production. Notre densité de population exige des objectifs de production élevés pour parer aux aléas climatiques réduisant les rendements à l'instar de la récolte 2016 et pour pallier des accroissements imprévus de récoltes impropres à la consommation humaine. Mais, en même temps, cette production doit se faire sur des surfaces en constante réduction, en « polluant » le moins possible les milieux, en respectant aussi les sols et enfin sans empiéter sur les milieux « naturels ». Parallèlement, la main d'œuvre est également en constante réduction.

Dans les pays occidentaux et particulièrement en France, où, grâce aux systèmes utilisés, la production assurée par une très faible minorité de la population est suffisante, cet accomplissement, ressenti comme définitivement acquis, amène certains à promouvoir la forte réduction voire jusqu'à l'abandon des engrais minéraux, des herbicides et d'autres leviers modernes qui seraient devenus aux yeux d'une partie importante de la population, inutiles et dangereux. Ce refus complet du système, adapté à notre société à dominante urbaine, obligerait à augmenter le travail du sol, à introduire des vraies jachères à finalité de désherbage⁶ (comme dans les systèmes agraires précédents), des cultures alternatives ou des fourrages. Cela exigerait de cultiver plus de surfaces en les prélevant sur les milieux naturels et

⁶ Celles de la PAC de 1992 étaient destinées à réduire le volume global produit, elles ont pris fin avec la crise frumentaire suite à la mauvaise récolte de 2007 et l'envolée des cours du grain et des émeutes de la faim en Afrique.

nécessiterait plus de main d'œuvre, pas forcément disponible et donc forcerait la société à une transformation à contre courant de l'évolution actuelle.

Cette situation entrainerait *de facto* une augmentation des coûts des produits agricoles ou des importations massives de denrées agricoles depuis l'étranger, nous faisant perdre notre souveraineté alimentaire. Cette évolution, surtout, dégraderait encore plus les sols par le retour constant des outils et augmenterait la pollution par les carburants. Si on cherchait à limiter ce grave défaut en revenant au travail hippomobile, bien que beaucoup moins productif, les besoins supplémentaires en surfaces nouvelles seraient encore multipliés pour produire la nourriture des chevaux (2 ha par animal de trait consacrés à sa nourriture). A cause de la lutte contre les adventices, pour valoriser les surfaces en cultures fourragères et multiplier les fumiers, le besoin d'animaux serait fortement accru et induirait mécaniquement la production de laitages, fromages et viande en opposition aux tendances nouvelles végétaliennes.

Après plusieurs millénaires d'évolution, la population française toujours croissante, de plus en plus urbaine et éloignée des agriculteurs, mais désormais à l'abri de toute famine et épidémies graves induites par la malnutrition⁷, peut être plus exigeante en quantité et qualité (réelle ou imaginée) pour sa nourriture. Cette population peut « enfin » se préoccuper de l'impact de la façon dont est produite son alimentation, en France tout au moins, sur l'environnement. Pourtant, les Français n'ont atteint l'autosuffisance vraie, ou souveraineté alimentaire, que dans la seconde moitié du XXème siècle, entre 1960 et 1965 pour les céréales⁸ pour une population de 48 millions d'habitants et bien plus tard, après 1980 pour les huiles végétales alimentaires après le plan protéines végétales de la fin des années 70. Elle est attendue pour les tourteaux protéiques. Cela a été rendu possible par la généralisation du « système agraire motomécanisé, chimisé » s'appuyant au maximum sur la sélection génétique, conduit par de moins en moins d'agriculteurs. Le paradoxe veut que l'agriculture conventionnelle actuelle ait adopté depuis au moins 20 ans, les préceptes de la protection intégrée avec une volonté d'aller, autant que possible, vers l'agriculture de conservation des sols qui vise l'accroissement de la matière organique et du carbone dans le sol avec moins de travail du sol et la couverture du sol la plus longue possible par des végétaux pour contribuer au stockage maximum de carbone dans le sol : sens de l'histoire inconcevable sans un minimum d'herbicides de synthèse. De plus, les avancées de la technologie commencent à proposer des techniques originales avec l'adaptation de la quantité d'herbicide à la présence d'adventices mesurée, soit au préalable par drone, soit en temps réel sur le même outil. Dans certaines cultures, des robots sont capables de désherber d'une manière autonome 24/24 (très coûteux et susceptibles d'être volés !). Ces évolutions, dans la mesure où elles seraient économiquement et techniquement rentables et donc adoptées par la majorité, pourraient assurer une production nécessaire avec moins de bras, sans voir augmenter les surfaces cultivées. Ces robots peuvent faire appel au désherbage mécanique, électrique mais aussi et surtout à une chimie de synthèse très réduite pour la quantité d'herbicide utilisée.

Pour assurer au niveau mondial une production de grains et de biomasse suffisante, les grands pays producteurs restent centrés sur le système conventionnel en gérant les adventices principalement par les herbicides de synthèse. En effet, selon les pays, les climats peuvent être très imprévisibles, aux intempéries catastrophiques où les sols peuvent être très fragiles et menacés. Aussi la lutte contre l'érosion et le maintien de l'humidité du sol au printemps exigent de limiter au maximum la perturbation des sols pour lutter contre les adventices. Par opposition, parmi tous les pays exportateurs, seule l'Europe de l'ouest et la France en particulier ont décidé de renoncer à cette

⁷ Pathologies favorisées par la dénutrition comme la peste au Moyen Age. Entre 1941 et 1945 aucune épidémie de grande ampleur n'a été enregistrée mais la sous-alimentation a, par exemple, favorisé la recrudescence des maladies infectieuses, en particulier la tuberculose dans ses formes les plus évolutives et la diphtérie mais rien de comparable à la grippe espagnole de 1918-1919, première grande pandémie des temps modernes, dont les conséquences en terme de mortalité ont aussi été favorisées par les restrictions alimentaires à la fin de la première guerre mondiale.

⁸ L'autosuffisance n'est pas l'auto approvisionnement, solde export /import, L'autosuffisance pour la consommation humaine suppose un solde nettement positif de la production, supérieure aux besoins pour tenir compte des lots impropres à la consommation humaine. En 1960, un auto-approvisionnement de 110% en blé et en céréales restait insuffisant pour atteindre l'autosuffisance vraie.

priorité par le recours à la chimie de synthèse, au risque de voir baisser leur production. Cela tient certainement au fait qu'ils bénéficient (encore ?) d'un climat tempéré avec une pluviométrie régulière assez bien répartie dans l'année et de sols globalement moins exposés à l'érosion sur lesquels la pratique du labour est toujours vivace (Délos et Gasquez, 2014).

Faute d'une information adéquate, la majorité des citoyens ignore aussi que toute modification du système agraire introduisant plus de techniques anciennes, notamment en matière de travail de sol, va s'avérer préjudiciable pour la durabilité de l'agroécosystème. Le constat des dommages de l'érosion avec 115 millions ha de sols européens (12 %) soumis à une érosion hydrique préoccupante, 42 millions affectés par l'érosion éolienne et 45 % des sols européens, soit pauvres ou appauvris en matière organique, soit pollués par des métaux lourds (en priorité mercure, plomb et cadmium) dans les parcelles proches des réseaux routiers, autoroutiers, d'anciennes zones industrielles ou minières, a conduit à un projet de directive-cadre sur la protection des sols du Parlement européen et du Conseil (Commission européenne, 2006). Ce projet a été adopté en première lecture le 14 novembre 2007 par les députés européens. Cependant, la directive n'a pas vu le jour, face à l'opposition de certains états membres dont la France, opposition manifestée dès la fin décembre 2007. Les effets négatifs du labour étaient particulièrement mis en exergue dans ce projet de directive, comme l'utilisation de certains pesticides et, en particulier, ceux à base de métaux lourds⁹ (ou d'arsenic) et notamment de cuivre, encore autorisé comme fongicide et dont l'utilisation règlementée a été assez tardive en Europe, malgré des velléités nombreuses et répétées pour réduire son usage.

Par ailleurs, la première réforme de la PAC en 1992 visait explicitement à réduire le volume de production agricole européenne avec la mise en jachère (en réserve) d'une partie des terres, laissant à la « ferme du monde », au début des années 2000, le Brésil et plus largement l'Amérique du sud, le soin de fournir l'Europe en denrées végétales de base. Cependant, le « réveil brutal » de l'année 2007 et des émeutes de la faim en Afrique ont conduit à l'abandon de la jachère obligatoire en Europe. Les politiques ont pu alors vérifier les préceptes de Fernand Braudel sur la révolte immédiate des peuples soumis à une crise frumentaire. Un observateur contemporain des émeutes de la fin du règne de Louis XIV, Nicolas Boileau témoignait : « il n'y a pas de jour où la cherté du pain n'excite quelque sédition », observateur de référence largement cité notamment par différents juristes ou économistes traitant de la rareté des biens (Calmette, 2004). En 2007, l'idée de souveraineté alimentaire retrouvait une place dans le discours des politiques en Europe, concept un temps oublié dans l'euphorie post 30 glorieuses, à propos d'un territoire débarrassé des parties peu rentables de son agriculture et de son industrie.

En 1998, Mazoyer et Roudart ont parfaitement décrit la coadaptation des sociétés et des systèmes agraires au fil des siècles et les crises découlant d'une dérive des systèmes. Ainsi, déjà dans les cités grecques et particulièrement Athènes, mais surtout au cours de l'évolution de l'empire romain, pour des raisons économiques, dans les campagnes romaines, les agriculteurs avaient systématiquement été poussés à se concentrer sur des productions locales de qualité de la vigne et des oliviers (proches de nos AOP), entraînant le recul systématique de la céréaliculture, base de l'alimentation des populations. Parallèlement, dans la proximité des agglomérations en extension, les hortus s'étaient fortement développés pour livrer une diversité croissante de légumes, fines herbes, plantes médicinales et, même, fleurs coupées aux citadins. Vers la fin de l'empire, la quasi totalité des céréales était, de ce fait, importée de régions de plus en plus diverses et éloignées, ce qui, à la suite de difficultés d'approvisionnement, entraîna des problèmes économiques et sociaux qui devinrent insolubles. Des périodes de famines, des épidémies souvent consécutives, s'en suivirent, d'un niveau rarement connu auparavant ; famines potentiellement liées aussi à la fin d'un optimum climatique. Des historiens nombreux, même parmi les plus récents (Harper 2017)¹⁰, soulignent cette dépendance et la

⁹ L'arséniate de plomb a été l'insecticide considéré comme le plus efficace et largement utilisé de 1915 à 1950 notamment dans la lutte contre les doryphores en Europe ou les insectes du coton aux USA. Son abandon correspond à la disponibilité pour l'agriculture des premiers insecticides de synthèse organochlorés.

¹⁰ Cet auteur met en exergue la pluviométrie alors que l'optimum climatique romain est surtout un optimum thermique.

désagrégation de la société romaine lorsque le grain est venu à manquer et, au final, à la chute de Rome.

BIBLIOGRAPHIE :

Amouretti M.C., 1976. Les instruments aratoires dans la Grèce archaïque *Dialogues d'histoire ancienne* 2 , 25-52.

Bain C., Bernard J. L., Fougeroux A., 1995. *Protection des cultures et travail des hommes* Le Carrousel Paris. 263p.

Boileau N., 1966 .Oeuvres complètes Gallimard Bibliothèque de la Pléiade Paris.

Calmette J F., 2004. La rareté en droit public L'Harmattan 379 pages ISBN : 978-2-7475-7153-1

Columelle L.I.M. [ca 42]., 1844. *Rei rusticae libri*. [Texte intégral](#) sur thelatinlibrary.com. *De l'Agriculture*. Trad. Du Bois, Panckoucke, Paris, 1844. [Texte intégral](#) sur remacle.org ou sur [wikisource.org](#)

Commission européenne., 2006. *Proposition de directive du Parlement européen et du Conseil du 22 septembre 2006 définissant un cadre pour la protection des sols et modifiant la directive 2004/35/CE*<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/-?uri=CELEX%3A52006DC0231&qid=1415372109081>

Délos M. et Gasquez J., 2014 . Désherbage du maïs différences entre la France et les États-Unis - *Phytoma* - n°677 - octobre 2013, 41-47

Délos M., Dron M. et Gasquez J., 2019- Limites et avantages des différentes techniques de gestion des adventices Végéphyt – 24^e Conférence du COLUMA, Journées Internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes. Orleans –3, 4 et 5 décembre 2019 – dans ce volume.

Demangeon A.,1929. Le mouvement des principaux porte d'Algérie pendant le premier semestre de 1929 [Annales de géographie 216](#) p. 629.

Duhamel du Monceau., 1750. *Expériences et réflexions relatives au traité de la culture des terres* chez H.L. Guérin et L.F. Delatour Paris.

Duhamel du Monceau., 1762. *Eléments d'agriculture* chez H.L. Guérin et L.F. Delatour Paris

Dumont R. 1974 Agronome de la faim. Robert Laffont Paris. 394p.

Estienne C., Liebault J., 1572. *L'agriculture et maison rustique*. Paris, chez Jacques du Puis. [texte intégral](#) sur Gallica.

Gallo A., [1569] 1572. *Secrets de la vraye agriculture, et honestes plaisirs qu'on reçoit en la mesnagerie des champs*,... traduits en françois de l'italien par François de Belleforest. Chez Nicolas Chesneau, Paris, 427 p.

Gasparin A. (de)., 1849. *Cours complet d'Agriculture*. t. V., Paris, Librairie agricole de la Maison rustique, 638 p. [Texte intégral](#) sur Gallica.

Harper K., 2017. Comment l'Empire romain s'est effondré Le climat, les maladies et la chute de Rome – ed La découverte.Paris. 540p.

Hartmann-Shenkman A.,Kislev M. E., Galili E., Melamed Y., Weiss E., 2014 . Invading a new niche: obligatory weeds at Neolithic Atlit-Yam, Israel.*Veget Hist Archaeobot* DOI 10.1007/s00334-014-0498-3

Home F., 1757. *The principles of agriculture and vegetation*. Edimbourg, G. Hamilton et J. Balfour. Traduction française augmentée de deux Mémoires nouveaux sur la manière de préserver le Froment de la corruption & de le conserver : *Les principes de l'agriculture et de la végétation*, Prault, Paris, 1761, vi + 174 p. [Texte intégral](#) sur archive.org.

Leroy A., 2011. Le Réseau de parcelles sur les Adventices en Grandes Cultures biologiques de Haute-Normandie : Etude de l'évolution de l'enherbement des parcelles de 2002 à 2011 *Groupement des Agriculteurs Biologiques de Haute-Normandie*. <http://www.bio-normandie.org/wp-content/uploads/2011/06/GRAB-HN-2007-R%C3%A9seau-Adventices-Etude-enherbement-global-sur-5-ans.pdf>

Le Foll S. 2017 *La première graine* Ed Calmann Lévy Paris. 170 pages.

Maison rustique du XIXème siècle, encyclopédie d'agriculture pratique. 1844 1^{er} tome Librairie agricole Paris.

Mazoyer M. et Roudart L. 1998 *Histoire des agricultures du monde : du néolithique à la crise contemporaine* Ed Seuil Paris, 545p.

Nisard M. 1864 AGRONOMES LATINS CATON, VARRON, COLUMELLE PALLADIUS Firmin Didot FRÈRES, Fils et Cie Paris.

Pees C., 2007. L'arme alimentaire. Les clés de l'indépendance, Le Cherche Midi, Paris. Pees C., 2007. L'arme alimentaire. Les clés de l'indépendance, Le Cherche Midi, Paris, 240 p.

Pline (l'ancien) Histoire naturelle Livre XVIII Texte français Paris : Dubochet, 1848-1850. édition d'Émile Littré <http://remacle.org/bloodwolf/erudits/plineancien/livre18.htm>

Rabaté E., 1927. *La destruction des mauvaises herbes*. Librairie Agricole de la Maison Rustique, Paris. Serres O. (de), 1605. *Le théâtre d'agriculture et mesnage des champs*. Nouvelle édition. [Texte intégral](#) sur Gallica.

Serres M., 2006. Forum de l'agriculture raisonnée respectueuse de l'environnement (Farre), le 11 janvier 2006 à Paris.

Snir A., Nadel D., Groman-Yaroslavski I., Melamed Y., Sternberg M., Bar-Yosef O., Weiss E., 2015 -The Origin of Cultivation and Proto-Weeds, Long Before Neolithic Farming ; *PLOS ONE* | DOI:10.1371/journal.pone.0131422 July 22, 2015.