AGRICULTURE

LA LONGUE HISTOIRE DE LA CHIMIE AUX CHAMPS

PAR PIERRE VANDEGINSTE

Tout comme Monsieur Jourdain faisait de la prose sans le savoir, "Homo sapiens", devenu agriculteur il y a dix mille ans au moins, a pratiqué une forme d'agrochimie avant la lettre.

Bien avant Lavoisier et le mot « chimie », nos ancêtres ont traité leurs cultures à l'aide de molécules qu'ils ne soupçonnaient pas mais que la science a depuis identifiées. Ils avaient remarqué que certaines plantes se défendent mieux que d'autres contre les insectes et certains ravageurs. Ils ont donc eu l'idée de protéger leurs cultures à l'aide de pesticides « naturels », obtenus en récoltant et transformant (décoction, etc.) certaines parties de ces plantes (feuilles, graines...).

Ces pratiques sont attestées dans des écrits très anciens. Les Védas, textes en sanskrit vieux de près de quatre mille ans, relatent l'usage en Inde du margousier ou neem *(Azadirachta indica)* comme pesticide. Les feuilles de cet arbre, et surtout ses graines, contiennent des molécules phytosanitaires. Dont l'azadirachtine, un puissant insecticide et répulsif. La science actuelle nous dit que cette molécule « naturelle » est un perturbateur endocrinien pour certains insectes, particulièrement dangereux pour l'abeille. Elle serait passablement cancérigène. Mais pas assez pour dissuader l'homme de l'employer pendant au moins quatre millénaires.

Florilegius / leemage

ORIGINAIRE D'INDE, LE MARGOUSIER produit une huile dotée de puissantes propriétés insecticides ; son usage est attesté par les Védas mille cinq cents ans avant notre ère.

Dès l'Antiquité, les agriculteurs ont même fait appel à la chimie minérale. Ainsi Homère, il y a près de trois mille ans, évoque l'usage du soufre comme fongicide. Et Pline l'Ancien, il y a près de deux mille ans, chante les vertus insecticides de l'arsenic.

La rotation des cultures

Catherine Regnault-Roger est une spécialiste d'écologie chimique et de protection des cultures, professeur des universités émérite à l'université de Pau et des pays de l'Adour. Elle vient de coéditer un ouvrage* sur l'histoire de la phytopharmacie. *« La première révolution agricole, dont les prémices sont perceptibles au XVIe siècle en Italie, est caractérisée par l'adoption de "l'assolement du Norfolk". Lequel consiste en une rotation des cultures sur un cycle de quatre ans : trèfle, céréale, navet, céréale. »* La nouveauté essentielle est l'introduction du trèfle : une légumineuse, catégorie

Akg-images

RICHE EN AZOTE ET EN ACIDE SULFURIQUE, LE SULFATE D'AMMONIAQUE est couramment employé comme engrais sur les sols alcalins.

Adulte, la chimie du XIXe siècle traduit en formule chimique tout ce qu'elle peut. Tout, y compris le vivant.

de plantes qui héberge dans ses racines des bactéries qui fixent l'azote de l'air. L'assolement du Norfolk introduit donc une technique d'enrichissement du sol en azote. *Homo agricolus* fait de la chimie comme Monsieur Jourdain.

Lorsqu'il est guillotiné en 1794, Antoine Laurent de Lavoisier en a fait assez pour mériter un Nobel : détermination de la composition de l'air et de l'eau, découverte du mécanisme de l'oxydation et, surtout, élaboration du concept d'élément chimique, le Lego de toutes les substances. Adulte, la chimie analyse et traduit en formule chimique… tout ce qu'elle peut. Tout, y compris le vivant, et elle découvre qu'il est fait de la même étoffe, des mêmes briques que le minéral. Le carbone, qui constitue la colonne vertébrale de la vie, est le même que celui du diamant.

« De nombreux chimistes du XIXe se sont intéressés à des problèmes liés à l'agriculture, assure Laurent Herment, chercheur au CNRS. *Entre 1820 et 1860, on voit apparaître concrètement un lien entre agriculture et chimie. »* En particulier, un chimiste allemand, Justus von Liebig (1803-1873), a laissé sa trace dans l'histoire de l'agrochimie, puisque l'on enseigne encore la « loi du minimum » de Liebig. *« Ayant compris qu'une plante ne se nourrit pas de matière organique mais qu'au contraire elle puise dans le sol des éléments chimiques fort simples à partir desquels elle synthétise tout ce dont elle a besoin, il énonce que la croissance d'une plante est limitée par l'élément qui vient à manquer le premier. »* Et c'est d'abord en apportant un supplément du nutriment dont la teneur est la plus insuffisante dans le sol que la croissance d'une culture peut être améliorée. La science des engrais est née.

Nicotine et bouillie bordelaise

On sait aujourd'hui que cette « loi du minimum », énoncée par Liebig vers 1850, avait déjà été formulée dès 1828 par un autre chimiste allemand, Carl Sprengel (1787-1859). Sprengel avait auparavant démoli la « théorie de l'humus », en vigueur à l'époque, qui postulait que l'humus était l'ingrédient essentiel à la croissance des plantes. Carl Sprengel montra que seuls comptent les minéraux contenus dans cet humus. En premier lieu l'azote, le phosphore et le ›

> potassium. Mais encore bien d'autres éléments chimiques : soufre, calcium, magnésium, sodium, chlore, silicium, fer, manganèse, cuivre, zinc, bore, molybdène, cobalt, nickel…

Mieux on apprend ce dont les plantes ont besoin, mieux on sait à partir de quoi et comment fabriquer de bons engrais. *« On découvre que si les os broyés sont efficaces, c'est parce qu'ils apportent du phosphore,* explique Laurent Herment. *Et c'est ainsi que l'Anglais John Bennet Lawes dépose, en 1842, le brevet du "superphosphate", obtenu en traitant des carcasses animales par l'acide sulfurique, et que l'on peut considérer comme le premier engrais chimique. »* L'industrie des engrais est lancée.

La chimie va également s'intéresser à toutes ces « pestes » qui menacent les cultures. *« L'un des tout premiers succès de la chimie phytosanitaire,* explique Catherine Regnault-Roger, *est l'invention de la "bouillie bordelaise", à la faculté des sciences de Bordeaux, par le botaniste Alexis Millardet et le chimiste Ulysse Gayon. Ils avaient constaté que les vignes sulfatées en bordure de parcelle pour décourager les voleurs de raisin étaient moins affectées par le mildiou. Après de multiples expérimentations, ils trouvent la bonne recette, un mélange de sulfate de cuivre et de chaux hydratée. Alors que le mildiou sévit dans le Sud-Ouest depuis 1878, la bouillie bordelaise permet d'en venir à bout en 1885. Il est considéré comme jugulé dès l'année suivante. »*

La chimie n'élimine pas les bonnes vieilles recettes à base de plantes pour soigner les cultures. Au contraire, elle aide à comprendre pourquoi elles sont efficaces, identifie la molécule active, propose des solutions pour la purifier. C'est ainsi que l'on passe de la feuille de tabac qui chasse les insectes à… la nicotine. De même, on extrait la roténone de légumineuses asiatiques et sud-américaines, et le pyrèthre d'un chrysanthème.

Les dangers des molécules synthétiques

Mais la chimie phytosanitaire prend vraiment son envol lorsqu'elle se met à inventer des molécules synthétiques, venues de nulle part. *« En 1939,* indique Catherine Regnault-Roger, *un chimiste suisse, Paul Hermann Müller, découvre dans les laboratoires de la société Geigy, à Bâle, les propriétés insecticides d'une molécule de la famille des organochlorés. »* C'est le dichlorodiphényltrichloroéthane, ou DDT. *« Après la guerre il trouve le chemin de la ferme, où il permet de lutter efficacement contre les blattes, les doryphores, les mouches et d'autres insectes. »* Avec les organochlorés,

"METTEZ DE L'ENGRAIS À LA CHAUX AZOTÉE !" dit le photomontage sur cette carte postale française du début du XXe siècle.

Akg-images

la chimie de synthèse devient le fer de lance de la lutte contre les maladies et les ravageurs. Aux organochlorés s'ajoutent rapidement, pour lutter contre les insectes, les organophosphorés et les carbamates. La panoplie s'enrichit également de fongicides et herbicides de synthèse. Des produits bon marché, très efficaces, qui simplifient la vie des agriculteurs et réduisent les pertes causées hier par les maladies, les insectes et les mauvaises herbes, et contribuent ainsi à l'augmentation des rendements. Du coup, passent aux oubliettes des produits plus toxiques comme l'acide sulfurique, utilisé pour le désherbage avant la Seconde Guerre mondiale.

Le revers de la médaille n'est perçu que plus tard, dans les années 50-70. On constate des problèmes de santé chez les ouvriers agricoles manipulant certaines molécules. On s'inquiète de leur présence dans les aliments. En 1962, la biologiste états-unienne Rachel Carson publie *Silent Spring*, dont le *New Yorker* publie de larges extraits. C'est un électrochoc. Elle accuse entre autres le DDT de provoquer la mort de certains oiseaux, de perturber les écosystèmes. Les molécules en prennent pour leur grade, et les industriels avec : ils pratiqueraient – déjà – la désinformation !

« Ces nouvelles substances, les organochlorés notamment, ne sont pas biodégradables et s'accumulent dans les écosystèmes, explique Catherine Regnault-Roger. *C'est ce que l'on appelle la rémanence. Dès lors, elles peuvent affecter la reproduction et même la survie d'espèces non visées au départ et déstabiliser les chaînes alimentaires. »* Ce n'est pas tout. *« Par ailleurs, on observe des cas de résistance. Par exemple avec le DDT, largement employé avec succès contre la malaria dans les années 50-60 (on parle de 8 millions de vies sauvées en Inde) : les souches de moustiques résistants se multiplient. On découvre aussi des souches de champignons résistants aux nouveaux fongicides et des herbes résistantes aux herbicides. »*

Une croissance spectaculaire des rendements

Le DDT est interdit en France au début des années 70. Il y aura d'autres marches arrière. L'atrazine, qui s'accumule dans les nappes phréatiques, est interdite dans l'Union européenne depuis 2003. Et le chlordécone, responsable d'une catastrophe sanitaire aux Antilles, depuis 2004.

Pourtant, ces retours de bâton ne doivent pas faire oublier les effets largement positifs de cette première salve de produits phytosanitaires, issus de la chimie organique. *« On leur doit une nette amélioration de la qualité sanitaire des récoltes (champignons, bactéries et mycotoxines),* estime Catherine Regnault-Roger, *et une croissance spectaculaire des rendements. »* Adieu les disettes après des récoltes massacrées par une peste. On peut espérer nourrir chaque année l'humanité, avec des aliments plus sains.

Les bénéfices se prolongent jusque dans la vie quotidienne dans les campagnes. *« Ces nouveaux phytosanitaires ont délivré les femmes de certains travaux pénibles au champ, comme le sarclage du lin à la main,* précise Catherine Regnault-Roger, *ou encore les écoliers français réquisitionnés par les préfets avant et pendant la Seconde Guerre mondiale pour la corvée de ramassage des doryphores. »*

La "lutte biologique" fait appel à des organismes vivants, prédateurs naturels des nuisibles.

Tout au long du XXe siècle, la liste des familles de molécules phytosanitaires s'allonge, mais c'est surtout un profond changement de l'état d'esprit dans lequel ils sont utilisés qui redéfinit le paysage agricole, estime Jean-Marc Meynard, directeur de recherche à l'Inra de Grignon : *« Dans un premier temps, les produits phytosanitaires ont été perçus comme un moyen d'éviter de perdre une partie de sa récolte, en cas de besoin. Mais, dans les années 80, un nouveau raisonnement prend le dessus : puisque je dispose de ces pesticides, je peux prendre des risques que je n'aurais pas pris auparavant, de peur de voir ma récolte anéantie par une maladie favorisée par cette prise de risque. Par exemple, je vais semer le blé plus tôt, ou plus dense. Ou pratiquer des rotations plus rapides, sur deux ou trois ans, voire passer à la monoculture, du blé notamment. Dès lors, l'agriculteur devient totalement dépendant de ses phytosanitaires, qui sont devenus le pivot de l'agriculture. C'est de cette dépendance qu'il faut sortir aujourd'hui. »*

Pourtant, une autre artillerie s'est développée, à côté de la chimie. La « lutte biologique » fait appel à des organismes vivants – virus, bactéries, champignons, vers, insectes… – prédateurs naturels de ceux qui ruinent les récoltes. Les ennemis de nos ennemis… Ainsi, dès 1886, Charles Riley, aux Etats-Unis, démontre l'efficacité de la coccinelle *Rodolia cardinalis* pour combattre la cochenille *Icerya purchasi*. Cependant, malgré des progrès réguliers (dans le maraîchage sous serre, notamment), encouragés par une recherche publique active, le recours au biocontrôle reste modeste.

Au XXIe siècle, la chimie doit composer avec un troisième larron : la génétique, tout à la fois concurrente et alliée. En manipultant le génome d'une plante, elle peut la protéger contre un intrus… ou contre une molécule que l'on emploiera contre un intrus. Mieux, elle promet de nouveaux agents très sophistiqués, comme des fragments de code génétique interférant avec l'expression des gènes et permettant ainsi d'optimiser la croissance de la plante. L'agriculture était accro à la chimie, elle s'adonne désormais au cocktail chimie-biologie-génétique. ■ **P.V.**

* *Santé du végétal : 100 ans déjà ! Regards sur la phytopharmacie,* de Catherine Regnault-Roger et André Fougeroux (Presses des Mines; 2018).