



HAL
open science

**Des lois agronomiques à l'enquête agroécologique.
Esquisse d'une épistémologie de la variation dans les
agroécosystèmes**

Aurélien Gabriel Cohen

► **To cite this version:**

Aurélien Gabriel Cohen. Des lois agronomiques à l'enquête agroécologique. Esquisse d'une épistémologie de la variation dans les agroécosystèmes. *Tracés : Revue de Sciences Humaines*, 2017, Revenir à la terre ?, 33, pp.51-72. 10.4000/traces.6989 . hal-03578322

HAL Id: hal-03578322

<https://hal.science/hal-03578322>

Submitted on 17 Feb 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0
International License

Des lois agronomiques à l'enquête agroécologique. Esquisse d'une épistémologie de la variation dans les agroécosystèmes

AURÉLIEN GABRIEL COHEN

Que voit-on lorsque nous regardons un paysage modelé par l'agriculture moderne, les grandes plaines céréalières de la Beauce par exemple ? Des champs immenses ; presque aucun arbre ; des plantes identiques ; et pas un seul oiseau. L'habitude nous ferait presque croire qu'il s'agit là du seul paysage possible pour une agriculture moderne et efficace, et que le silence de l'avifaune est une condition nécessaire des grandes cultures et de l'autosuffisance alimentaire. Pourtant, comme de nombreuses études issues de différents champs disciplinaires ont contribué à le montrer¹, la forme technique et écologique de ces agrosystèmes est le produit d'une histoire complexe et tâtonnante, d'une série de choix politiques, scientifiques et économiques contingents. Ce sont ces choix et leurs conséquences que décrit l'agronome Étienne Hainzelin lorsque, dans un récent ouvrage collectif portant sur la possibilité de nouvelles alliances entre l'agriculture et le vivant, il formule en introduction le diagnostic suivant :

La dernière révolution agricole, basée sur des variétés sélectionnées, les engrais et les pesticides de synthèse ainsi que sur une mécanisation massive dans certains pays, a abouti à une véritable industrialisation de l'agriculture. Faisant largement appel aux ressources fossiles, elle s'est largement traduite par une artificialisation poussée des parcelles agricoles, où la biodiversité s'est souvent réduite à un couvert végétal uniforme et synchrone généralement constitué d'un seul génotype, de quelques espèces majeures, tout le reste du vivant étant systématiquement éliminé comme « facteur limitant ». (Hainzelin éd., 2013, p. 14)

¹ Parmi les travaux les plus significatifs de cette démarche historique et critique, citons en particulier l'ouvrage de Bonneuil et Fressoz, *L'évènement anthropocène*, qui, même s'il s'intéresse à une problématique beaucoup plus étendue que la seule question agricole, contribue largement, en mettant en évidence la contingence des choix technoscientifiques, à repolitiser la question du progrès par la déconstruction méthodique du récit téléologique de la succession naturelle des innovations techniques (Bonneuil et Fressoz, 2016).

Le seul fait de considérer que les choix scientifiques qui ont pu mener à cette forme d'agriculture ont été de véritables décisions, faites au détriment d'autres possibles de la recherche, libère un espace susceptible de rendre à nouveau discutables les enjeux épistémologiques de l'agronomie, en particulier pour ce qui est de ses protocoles d'administration du vivant. Car un regard élargi sur l'histoire des sciences, des techniques et des pratiques agricoles laisse entrevoir d'autres voies possibles, et avec elles d'autres paysages et d'autres relations au vivant. Ces voies, que l'on qualifie aujourd'hui d'agroécologiques mais dont les linéaments scientifiques existaient déjà au XIX^e siècle, ont fait l'objet au XX^e siècle de développements théoriques et pratiques en marge du modèle dominant (Besson, 2011). Pourquoi alors avons-nous fait le choix des grandes plaines steppiques et d'un vivant uniquement envisagé, pour reprendre l'analyse d'Hainzelin, sur le mode de l'homogénéisation ou de l'élimination? Quels postulats liminaires expliquent un écart aussi marqué entre une agriculture qui considère qu'elle ne peut produire efficacement que dans des espaces activement vidés et lissés et une agroécologie qui fait de la compréhension des interactions complexes le fondement de sa relation à la terre? Pour tenter de formaliser certains points de cette différence, nous avons voulu nous intéresser ici aux présupposés épistémologiques qui fondent l'agriculture moderne, en faisant l'hypothèse que la distinction entre agronomie conventionnelle et agroécologie trouve notamment son origine dans des manières différentes d'appréhender un problème spécifique, celui de la variation du vivant², que nous entendrons ici dans une perspective éco-évolutive (Post et Palkovacs, 2009) et comportementale (Morizot, 2016). En isolant certains des schèmes explicatifs et prescriptifs qui structurent plus particulièrement les sciences du sol et de la sélection végétale, nous entendons contribuer à la mise en évidence d'une controverse agronomique et épistémologique profonde, dont les implications dépassent le seul cadre technique et interrogent les infrastructures ontologiques et éthiques de la modernité, depuis la définition même de ce qu'*est* la terre jusqu'à la façon dont nous entendons cohabiter avec les autres vivants sur des territoires partagés.

2 L'idée précieuse d'une opérationnalité de la distinction entre lois et variations dans l'analyse des savoirs et des pratiques agricoles, dont cet article fait une hypothèse de travail, nous a été proposée par Baptiste Morizot. Qu'il en soit ici remercié.

Institutionnalisation des sciences agronomiques et émergence du paradigme nomologico-prescriptif

Comment l'agronomie est-elle devenue la science que l'on connaît aujourd'hui? Ce que nous entendons ici par agronomie désigne une discipline structurée historiquement et localement. En cela, nous rejoignons tout à fait la précision que fait Gilles Denis lorsqu'il désigne l'agronomie comme « ce qui s'est passé en Occident à partir du dix-huitième siècle » (Denis, 2001, p. 83), c'est-à-dire des « contextes précis successifs qui ont déterminé son histoire ». Limiter l'agronomie aux sciences agronomiques occidentales ne nie en rien l'existence d'autres sciences et théories de l'agriculture en d'autres temps et en d'autres lieux. Il s'agit plutôt d'une façon de situer l'agronomie comme une science de l'agriculture qui émerge dans un contexte scientifique, théorique, politique et économique bien particulier : celui de l'Occident moderne.

Du praticien éclairé à l'agronome : naissance d'une science de l'agriculture

Comme le montrent notamment les travaux historiques de Christophe Bonneuil, de Frédéric Thomas, de Gilles Denis, de Nathalie Jas, de Chloé Gaboriaux et de Maurice Cassier, l'institutionnalisation des sciences agronomiques est en effet un processus contingent qui a vu le passage, non sans controverses et sans résistances, depuis les formes hétérogènes de la première agronomie du XVIII^e siècle (Denis, 2001), dans laquelle dominaient les modèles des sciences appliquées, à sa captation par la chimie au milieu du XIX^e siècle (Jas, 2000) puis à sa structuration comme une science de la maîtrise du vivant, autour des découvertes de Pasteur et de la biologie expérimentale naissante d'une part (Cassier, 2008), et d'autre part avec l'émergence d'une forme particulière de relation à la variation dont témoigne la première génétique végétale jusqu'aux bouleversements de la génomique (Bonneuil et Thomas, 2009 ; Bonneuil, 2006).

Cette histoire singulière a des conséquences sur le modèle épistémologique avec lequel l'agronomie va s'institutionnaliser et se pérenniser comme une science autonome. Nous pouvons tenter d'en isoler quelques éléments historiques structurants, comme autant d'implications de cette captation multipolaire.

D'abord, la mise en minorité progressive d'un modèle pré-agronomique, dominant au XVIII^e siècle et structuré autour de l'idée très encyclopédique d'une fécondité des liens entre les sciences d'une part et les arts et métiers

d'autre part. Cette approche, caractérisée par les figures des « physiciens agriculteurs » (Denis, 2001) et des « agriculteurs pratiques » (Gaboriaux, 2008), cherchait à faire dialoguer les approches savantes et les approches paysannes, ce que l'on pourrait appeler d'une part des savoirs expérimentaux et d'autre part des « savoirs tacites en situation » (Crawford, 2016).

Ensuite, la montée en puissance d'un paradigme épistémologique déductif, expérimental et réductionniste, conséquence du rôle croissant pris par les chimistes dans l'institutionnalisation des sciences agronomiques (Jas, 2000). Cette approche se caractérise notamment, à travers les théories sur la nutrition minérale des végétaux, par une tendance croissante à considérer les agrosystèmes comme des systèmes chimiques dont on peut contrôler les entrées et les sorties.

Puis la naissance, avec la biologie pasteurienne, d'une science expérimentale du vivant qui, inaugurant en quelque sorte l'ère des biotechnologies, se construit autour d'une finalité de standardisation et de fixation du vivant (Bonneuil *et al.* éd., 2008), initialement autour du problème de la stabilisation et de la diffusion des vaccins vétérinaires (Cassier, 2008). Ce contrôle du vivant est envisagé dès la fin du XIX^e siècle comme une manière de diminuer les situations dans lesquelles le paysan se retrouve esclave des circonstances pour rendre la nouvelle agriculture asymptotiquement maîtresse des circonstances, du laboratoire jusqu'au champ, faisant écho aux préoccupations des chimistes agricoles quant à la maîtrise des systèmes et des flux.

Enfin, l'émergence progressive, entre la fin du XIX^e siècle et le milieu du XX^e siècle, d'une théorie et d'une pratique de la sélection végétale dont l'hybridité et la complexité en termes de protocoles et de structures épistémologiques ont été cartographiées par Bonneuil et Thomas à travers une typologie des quatre voies d'entrées de la génétique végétale en France – voie mendélienne, voie néolamarckienne, voie pragmatique et voie synthétique (Bonneuil et Thomas, 2009, p. 40-50). Néanmoins, et malgré cet évident pluralisme épistémologique, il nous semble pertinent d'isoler, au sein des pratiques buissonnantes de la génétique végétale, un invariant relatif, qui s'emblématise dans les concepts frères de *progrès génétique* et d'*amélioration des plantes*, et plus largement dans la relation entre variabilité, sélection et perfectionnisme. En effet, en adoptant sur la question du progrès une perspective tendanciellement décontextualiste et nomologique, la formalisation de la génétique végétale témoigne à notre avis d'une invisibilisation progressive de la question darwinienne du contexte évolutif, et plus précisément d'une compréhension fine de ce que l'on pourrait appeler la *fitness en situation* (Darwin, 2010, p. 411-416). Autrement dit, en n'interrogeant pas directement la question du progrès génétique en lien avec celle de la conduite technique des agrosystèmes,

les sélectionneurs semblent négliger l'idée que la perfection évolutive d'une forme de vie n'a de sens que dans les relations écologiques, évolutives et comportementales qu'un vivant entretient avec ses conditions d'existence, et que dès lors il ne peut y avoir de progrès *en soi*. Nous reviendrons un peu plus loin sur les conséquences théoriques et pratiques de cette formulation particulière de la question de l'amélioration du vivant.

Sciences nomologiques et sciences historiques

Pourtant, en parallèle à ces cadres épistémologiques qui commencent à devenir dominants à la fin du siècle, et qui vont réellement le devenir après la Première et plus encore après la Seconde Guerre mondiale, on note la persistance de controverses scientifiques et pratiques, notamment sur la légitimité du seul réductionnisme chimique pour comprendre la fertilité des sols et la nutrition végétale. Yvan Besson évoque ainsi l'apparition du mot *mycorhize*³ dans *Le Robert* en 1899 (Besson, 2011, p. 480), signalant de fait la connaissance précoce de ce phénomène biologique complexe aux nombreuses implications agronomiques. Mais l'histoire de l'émergence et de l'institutionnalisation des sciences agronomiques – histoire dont la mise en récit restait jusqu'à peu la chasse gardée des agronomes – a écarté de son récit toutes les recherches minoritaires, et la plupart des controverses, pour ne conserver que celui du triomphe de la science agronomique moderne, structurée, comme nous venons de l'évoquer, autour d'un paradigme physico-chimique pour les questions de fertilité des sols et autour d'une formulation perfectionniste et décontextualiste pour ce qui est de la question de la sélection des plantes. C'est la domination exercée par ce récit du progrès agronomique qui explique notre surprise lorsque l'on apprend que la symbiose mycorhizienne, qui apparaît aujourd'hui comme une théorie agroécologique de pointe, était non seulement déjà connue à la fin du XIX^e siècle, mais a fait ensuite l'objet d'études scientifiques dans les années 1920 (Costantin, 1924) et aurait donc pu constituer un possible prometteur dans les orientations ultérieures de la recherche. C'est d'ailleurs ce que semble confirmer la persistance, tout au long du XX^e siècle, de

3 Le terme *mycorhize* désigne une relation symbiotique entre un champignon et les racines d'une plante. Cette symbiose fait l'objet d'un regain d'intérêt depuis une dizaine d'années en agroécologie, en biologie végétale et en microbiologie des sols tant elle semble avoir une importance cruciale aussi bien dans le développement et la santé des plantes que sur la capacité des champignons à décomposer efficacement des matières organiques, et donc sur la fertilité des sols.

recherches agronomiques alternatives⁴. Dans la continuité de la nécessaire repolitisation des enjeux technoscientifiques que nous évoquions en introduction, il s'agit de garder à l'esprit l'existence de ces controverses et de ces résistances, comme autant d'amorces susceptibles de participer à déconstruire l'évidence du récit dominant. C'est également une manière d'éviter que ces histoires minoritaires, ces «histoires des possibles» comme le dit le ruraliste Jean-Luc Mayaud, ne deviennent «les victimes des historiens» après avoir été les victimes de l'histoire (Mayaud, 2004).

En permettant le doute épistémologique, ces contrepoints font naître l'intuition d'un problème. Ainsi, si l'on reprend le problème de la fertilité des sols, nous nous retrouvons face à une science qui prétend décrire, expliquer, prédire et prescrire un système vivant à partir de la seule compréhension physico-chimique de ses mécanismes⁵, en écartant donc tous les aspects dynamiques de son objet. Et c'est justement dans cette contradiction entre objet vivant et schème explicatif que se noue notre problème. En effet, même si elle doit évidemment traiter aussi de questions liées aux conditions abiotiques à travers la climatologie ou la pédologie par exemple, l'objet premier des sciences agronomiques demeure le vivant, dans tous ses règnes. Pourtant, le paradigme⁶ dominant qui émerge dans cette première institutionnalisation des sciences agronomiques est celui d'une négation progressive des dynamiques du vivant par la réduction de sa compréhension aux seuls mécanismes physico-chimiques (à travers l'explication strictement minérale de la nutrition végétale sans réelle prise en compte comportementale des agents vivants de la fertilité), biochimiques (du fait de la manière très particulière dont la biologie expérimentale pasteurienne formule le problème du vivant comme stabilisation des mutations), et génético-physiologiques, notamment pour ce qui est de la théorisation du concept de variété comme progrès génétique stabilisé à l'échelle de la physiologie générale de la plante (Bustarret, 1944; Bonneuil et Thomas, 2009).

4 L'ouvrage d'Yvan Besson (*op. cit.*) fournit des analyses précieuses et détaillées sur le développement, en parallèle de l'agronomie dominante, de certaines de ces approches alternatives, envisagées par l'auteur comme les fondements de l'agriculture biologique contemporaine.

5 Nous faisons ici référence à l'importance majeure pour l'agronomie moderne de la compréhension par Liebig en 1840 des mécanismes chimiques fondamentaux de la nutrition végétale, emblématisée par le trio NPK, pour azote, phosphore et potassium, et plus largement à la manière dont cette explication sera largement transposée par la suite dans des prescriptions pratiques avec la généralisation de la fertilisation chimique.

6 Nous utilisons ici le concept de paradigme dans une perspective critique, proche des *science studies*, et renvoyant à la façon dont beaucoup d'agronomes envisagent sur un mode paradigmatique les connaissances qu'ils produisent. Voir à ce sujet la critique formulée par Latour sur le concept de paradigme en épistémologie et en histoire des sciences (Latour, 2007).

On touche là au cœur de notre énigme : comment se fait-il qu'une science qui prétend comprendre et administrer le vivant au sein de systèmes complexes et ouverts en vienne à négliger ses processus dynamiques de comportement, de variation et de relation pour ne considérer que la maîtrise de ses mécanismes et la fixation de ses régularités ?

Pour comprendre précisément ce problème, celui de la forme épistémologique prise par les sciences agronomiques, et dont cette histoire que nous venons de parcourir nous a donné l'intuition, il convient de faire un détour par la philosophie de la biologie. Partons de la prémisse suivante : l'agronomie demeure fondamentalement une science du vivant, une science appliquée qui plus est, administrant donc constamment du vivant dans des systèmes complexes, et donc des dynamiques éco-évolutives, pour utiliser un concept issu de la biologie contemporaine. Dès lors, nous pouvons faire l'hypothèse que les sciences agronomiques peuvent être interrogées à partir des réflexions de Georges Canguilhem et de Jean Gayon sur la pertinence du recours à un paradigme scientifique nomologique dans les sciences du vivant – c'est-à-dire à une production de savoirs sous la forme de lois générales. On peut reformuler le problème en ces termes : quel type d'énoncé peut et ne peut pas produire une science dont l'objet est le vivant dès lors qu'elle se structure épistémologiquement autour de la production de savoirs sous la forme de lois générales ?

Dans un article de 2004 intitulé « De la biologie comme science historique », Gayon se propose d'examiner les relations entre loi et cause, entre explication nomologique et explication historique en biologie. En partant de la définition proposée par Whewell des sciences qu'il appelle « palétiologiques » (Whewell, 1866) – c'est-à-dire des sciences empiriques et historiques étudiant les événements non pour en extraire des lois mais des séries causales – par opposition aux sciences nomologiques – c'est-à-dire des sciences dans lesquelles les phénomènes isolés ne sont que des cas d'une loi générale – Gayon en vient à considérer que toutes les connaissances biologiques (à l'exception notable de la théorie de l'évolution) sont des « généralisations accidentelles », autrement dit « des généralisations qui sont vraies *de facto*, mais n'enveloppent pas de caractère de nécessité » (Gayon, 2004). Ce ne sont donc pas des lois au sens où une loi est un énoncé visant à être vrai de tout temps et en tous lieux. Comme le précise Gayon, cela ne veut pas dire que la biologie n'a jamais recours à des lois, en l'occurrence souvent des lois physiques ou chimiques, cela veut dire que, en vertu de la contingence irréductible des systèmes biologiques, elle n'est pas en mesure de produire des généralisations proprement nomologiques, des lois qui seraient strictement biologiques, c'est-à-dire ne s'appliquant qu'au vivant. On retrouve cette

idée avec d'autres implications chez Canguilhem. En critiquant la perspective nomologique de la physiologie de Claude Bernard qui implique une « croyance à une légalité fondamentale de la vie, analogue à celle de la matière » (Canguilhem, 2009, p. 203), celui-ci propose un dépassement de la théorie bernardienne des archétypes, c'est-à-dire d'un monde vivant considéré comme un ensemble d'êtres « référables à un type préétabli » (p. 205), vision dans laquelle « le singulier, c'est-à-dire l'écart, la variation, apparaît comme un échec, un vice, une impureté » (p. 201). Canguilhem propose d'y substituer une perspective évolutionniste qui ne prétend plus normer les formes de vie à partir d'un type et amène ainsi à une compréhension du monde vivant dans laquelle les variations sont envisagées comme « des aventures », « des essais » dont la valeur « est référée à leur réussite de vie éventuelle » (p. 205), impliquant en conséquence l'acceptation du fait que le vivant puisse avoir « mille et une façons de vivre » (p. 206). Dans cette perspective, on ne peut plus prétendre à une connaissance normative du vivant qu'en l'envisageant dans la relation qu'il entretient avec d'autres vivants et avec les conditions de son existence, autrement dit avec son milieu, lui-même susceptible de varier dans ses normes. En conséquence, le normal ne peut être que dynamique, historique et situé, et ne constitue donc jamais « un normal définitif ». La perspective de Gayon comme celle de Canguilhem s'inscrivent directement dans la façon dont la théorie de l'évolution darwinienne a érigé la variation comme le cœur de toute connaissance des processus dynamiques du vivant. Dès le début du xx^e siècle, le pragmatisme a admirablement saisi les implications philosophiques d'une telle perspective, et en particulier John Dewey lorsqu'il affirme que :

Une fois admis que le seul objet d'une connaissance vérifiable ou féconde est la gamme particulière de changements qui produisent l'objet étudié, et les conséquences qui en découlent, aucune question sensée ne peut plus se poser à propos de ce qui, par hypothèse, est d'un autre ordre. (Dewey, 2016, p. 30)

Cet « autre ordre » dont parle Dewey, c'est celui de la certitude immuable des lois par opposition à la quête d'une certitude provisoire, d'une croyance établie sur des situations toujours métastables (Dewey, 1993, 2014). La remise en cause du modèle nomologique en tant que schème explicatif des phénomènes vivants implique que toute explication ayant recours à une cause exhaustive, qu'elle soit première ou dernière, s'en trouve immédiatement disqualifiée : l'objet de la connaissance se déporte depuis l'essence éternelle des choses jusque dans les choses mêmes et la façon dont elles se façonnent et sont façonnées *hic et nunc*. C'est véritablement une « ontologie de la variation » (Morizot, 2016, p. 143) qui est proposée ici, conséquem-

ment à la théorie darwinienne, substituant au fixisme des archétypes et au finalisme des causes ce que Patrick Tort appelle « la mouvance indéfinie de l'imparfait » (Tort, 2011, p. 154), c'est-à-dire la déclinaison d'anomalies accidentelles, au sens de Canguilhem et de Gayon, dont la normalisation locale et historique est le mouvement même de l'évolution. Cette ontologie a une portée majeure de réforme des modèles explicatifs issus de la révolution galiléo-newtonienne. En ouvrant la voie à une théorie dynamique, historique et située de la connaissance du vivant, elle opère notamment ce prodigieux décalage qui consiste à considérer que le vivant, dans ses manifestations et dans ses processus, est intrinsèquement variable et que ce n'est pas là un propre de l'humain que de se dérober aux lois générales, d'avoir des modes d'existence, d'être multiple, insaisissable, bref de *se comporter*⁷.

*De la loi à la prescription : les conséquences pratiques
du cadre épistémologique*

Quelles sont les conséquences de cette ontologie de la variation et de cette épistémologie de l'accident sur l'agronomie ? Comme toute science du vivant héritant ses objets de la biologie, l'agronomie ne peut, on vient de le voir, procéder réellement que par généralisations accidentelles, localisées et historicisées dans un milieu donné, renonçant conséquemment à l'idée de perfection immuable pour envisager les dynamiques éco-évolutives du vivant comme une constante déclinaison d'imperfections métastables. Elle semble pourtant prétendre, par son nom même, à être une science du *nomos*, une science des lois, tout en s'occupant de phénomènes vivants, intrinsèquement contingents et variables. Dans un tel modèle épistémologique, les lois agronomiques ont *in fine* vocation à se vérifier virtuellement dans tous les agrosystèmes. Face à une variation, à un phénomène non prévu par ses lois, une telle science se trouve contrainte de traiter ce phénomène comme un physicien traiterait du « bruit » expérimental, c'est-à-dire comme quantité négligeable, comme une erreur statistique non administrable par les protocoles disciplinaires en vigueur⁸. Cette contradiction entre régime

7 L'idée de comportement renvoie ici au point aveugle de l'approche nomologique, par exemple à la façon dont la compréhension de la nutrition minérale des plantes peut isoler les dimensions biochimiques du phénomène tout en laissant complètement de côté le rôle de la microflore, de la microfaune et des champignons dans la construction active et relationnelle de la fertilité des sols. Pour une analyse précise et ambitieuse des implications épistémologiques de cette idée dans les sciences du vivant, voir les chapitres 4 et 5 de la deuxième partie du livre de Baptiste Morizot (2016), *Les diplomates. Cohabiter avec les loups sur une nouvelle carte du vivant*.

8 Pour un exemple en éthologie du problème posé par cette confrontation entre épistémologie nomologique et effraction comportementale du vivant, voir Morizot (2016, p. 133-138).

nomologique et variation de l'objet n'est pas sans poser problème, notamment lorsque l'on corréle cela à la singularité du mode d'insertion initial de l'agronomie dans la sphère pratique : le fait que sa rationalisation chimique au XIX^e siècle, à une époque où la chimie s'affirme comme la science reine des temps industriels, amène les chimistes agronomes à revendiquer pour leurs théories une finalité prescriptive pour l'ensemble des pratiques agricoles (Jas, 2011). Dès lors, il devient tentant de définir la finalité de protocoles expérimentaux historiques et situés sur le mode nomologique et légaliste de la production de lois agronomiques générales, dont on pourra tirer des prescriptions pratiques universelles. Or, que fait une science, construite sur ce paradigme nomologico-prescriptif, et héritant la majorité de ses protocoles de la chimie, de la biologie expérimentale et de la physiologie lorsqu'elle doit se confronter aux pratiques qu'elle entend informer ? Elle se voit contrainte de considérer la terre, au sens du terrain d'application de ses prescriptions, comme l'extension des conditions expérimentales dans lesquelles ses prescriptions se sont formées, c'est-à-dire comme un système stabilisable dont on peut d'une part contrôler les entrées et les sorties, et d'autre part maîtriser les processus complexes, c'est-à-dire les puissances de variation, d'interaction et de comportement. Dès lors, le sol peut se limiter à un ensemble de propriétés et de caractéristiques fixes que l'on définirait de la même manière que l'on établit un protocole : il devient un substrat substituable, c'est-à-dire l'inverse d'un écosystème doté d'une histoire évolutive et d'une situation écologique. En cela, le modèle épistémologique de l'agronomie dominante est porteur d'un rapport bien particulier au vivant. Cette relation se caractérise par un renversement qui, comme le dit l'agronome Jacques Caplat, consiste non plus à « adapter les cultures à leurs milieux », mais à « adapter le milieu aux cultures » (Caplat, 2014). Cette adaptation *à rebours* s'emblématise notamment dans une transformation des champs, de telle façon que ceux-ci soient en mesure d'accueillir des variétés sélectionnées dans des dispositifs contrôlés, et répondant à des critères de distinction, d'homogénéité et de pureté variétale (Bonneuil et Thomas, 2009). C'est de cette volonté de maîtrise et de fixation du vivant en un « facteur de production prédictible » (p. 93) que découlent les paysages de la Beauce que nous avons traversés en introduction. Tous les éléments qui composaient notre perception renvoient aux conséquences de cette formulation stabilisante et perfectionniste du problème de la variation du vivant. Les champs immenses, la monoculture et l'absence d'arbres sont les conditions de possibilité du contrôle total des conditions culturelles. Il s'agit de reproduire ainsi, en limitant les variables écologiques, les conditions de culture pure dans lesquelles s'est déroulée la sélection variétale, mais également de

faire de la place à des machines toujours plus grandes, permettant d'épandre toujours plus efficacement les engrais chimiques et les pesticides que réclament des variétés fragilisées par leur génotype homogène et par leur solitude écologique. Quant au silence de l'avifaune, conséquence directe de ces pratiques agronomiques, il semble emblématiser à lui seul l'impact majeur des prescriptions d'une agronomie nomologique sur la biodiversité et sur ses dynamiques éco-évolutives⁹.

Il y a là deux dimensions épistémologiques qui intéressent plus particulièrement notre problème initial. La première, c'est le passage d'un réductionnisme heuristique, dont la pertinence scientifique en termes de production de savoirs n'est pas à démontrer, à un réductionnisme prescriptif, c'est-à-dire à une transposition de savoirs produits en conditions contrôlées dans des écosystèmes complexes. Conséquemment, une agronomie ainsi constituée se voit obligée d'opérer ce que nous appelons une *agroformation*¹⁰ du monde, c'est-à-dire de transformer extensivement l'espace agricole de telle façon que les généralités accidentelles produites dans des conditions contrôlées y perdent leur caractère historique et situé pour devenir virtuellement les lois de toute agriculture. C'est l'invention du champ, non plus comme une plaine créée par un abattis, mais comme un espace privé de ses puissances de variation, un espace rapproché artificiellement par l'usage d'engrais et de pesticides des conditions expérimentales de culture dans lesquelles ont été formulées les lois qui prétendent en régir le fonctionnement. Cette *agroformation* comme arasement des variations semble être la seule façon pour que des lois démontrées « toutes choses égales par ailleurs » puissent prétendre à une description pertinente des phénomènes et des causalités une fois replacées dans des systèmes écologiques et vivants qui fonctionnent plutôt sur le principe du « toutes choses variables par ailleurs ».

La seconde dimension du problème est l'homogénéisation du vivant. Les épis de blé visuellement identiques des grandes étendues de la Beauce ne présentent pas qu'une identité phénotypique : leur génotype l'est également, généralement par homozygotie pour les plantes autogames comme le blé, et par clonage pour les plantes allogames. En effet, pour qu'une variété sélectionnée puisse entrer au *Catalogue des espèces et variétés de plantes cultivées*,

9 Pour une évaluation en Île-de-France du lien entre transformation des milieux ouverts par l'agriculture et déclin des populations d'oiseaux, voir Zucca *et. al.* (2013, p. 52).

10 Le concept d'*agroformation* que nous proposons ici fait écho à celui de *terraformation*, popularisé par l'écrivain américain de science-fiction Jack Williamson, et désignant la transformation d'une planète afin de la rendre habitable selon les critères de la vie terrestre. Partageant avec la *terraformation* une tendance géo-constructiviste, l'*agroformation* peut ainsi être définie comme la transformation de la Terre afin de la rendre cultivable selon les critères de l'agronomie nomologique.

dont la première forme remonte à 1932, elle doit présenter des caractéristiques stables : « la prédictibilité et l'homogénéité du comportement d'une variété doivent en effet permettre d'uniformiser les récoltes [et] de mécaniser les opérations culturales » (Bonneuil et Thomas, 2009, p. 94). La dimension historique et politique du problème de la fixation variétale autour de critères agro-industriels a été très précisément analysée par Bonneuil et Thomas, en particulier dans l'étude systématique qu'ils proposent du paradigme de la variété théorisé par Jean Bustarret dans son article « Variétés et variation » en 1944 (p. 78-82). Mais il est un point, déjà évoqué au début de cet article, qui nous semble pouvoir éclairer l'opposition que nous avons esquissée entre la structure nomologique des sciences agronomiques et l'ontologie darwinienne de la variation du vivant. Il s'agit de la persistance, au cœur même des protocoles et des instruments de la génétique végétale, d'un perfectionnisme décontextualiste qui tend à considérer le progrès génétique comme un progrès *en soi*. On a souvent fait des théories de l'héritabilité des caractères acquis la marque principale de la persistance durable d'un néolamarckisme en France. Mais pour la question qui nous occupe, le problème épistémologique n'est pas tant lié à la pérennité d'une théorie néolamarckienne de l'hérédité qui refuserait les lois de Mendel¹¹, mais à une forme plus discrète de lamarckisme : celle qui tend à considérer l'évolution à travers le paradigme d'un perfectionnisme finalisé, c'est-à-dire extrait du tissu des relations éco-évolutives entre les vivants. Cette idée est examinée par Darwin lui-même dans un paragraphe sur le « degré d'avancement auquel tend l'organisation », ajouté à la sixième édition de *L'origine des espèces*, et qui témoigne de la finesse de la dimension relationnelle de sa théorie. Darwin y oppose la « tendance innée et inéluctable vers la perfection » (Darwin, 2010, p. 413), défendue par Lamarck, et sa propre théorie de la sélection naturelle dont il dit qu'elle « ne comporte pas nécessairement un développement progressif », mais qu'elle « ne fait que tirer parti des variations qui apparaissent et sont bénéfiques à chaque créature *dans les rapports vitaux complexes qu'elle entretient* » (*ibid.*, nous soulignons). Or, la formulation agronomique du progrès génétique tend à invisibiliser ces rapports vitaux complexes en les réduisant à des variables quantitatives limitées, s'exprimant qui plus est dans des milieux simplifiés pour que ces quantités demeurent comparables entre elles. Il s'agit donc fondamentalement d'un problème d'instrumentation, c'est-à-dire d'un problème de métrologie et de statistique, le protocole permet-

11 De manière générale, le mendélisme a en effet été accepté beaucoup plus tôt, sinon quant à la centralité du gène au moins pour ce qui est des mécanismes de l'hérédité, par les agronomes que par les biologistes en France (Gouyon, 2004 ; Bonneuil, 2006).

tant ici de rendre le vivant objectivement *mesurable*. Mais les instruments et les protocoles sont bien souvent les véhicules de décisions épistémologiques principales. En l'occurrence, la mise en récit du progrès génétique agronomique récupère avec habileté la séduction de la téléologie lamarckienne en prétendant prendre le relais d'une sélection naturelle – et paysanne – tâtonnante, fondée sur la variation et sur la complexité factorielle pour lui donner l'axe d'un véritable progrès, clair, quantifiable, celui qui s'emblématise dans la vision moderne de la variété pure homozygote que Bustarret considère justement comme « la forme la plus "parfaite" de la variété » (Bustarret, 1944, cité par Bonneuil et Thomas, 2009, p. 80).

Cette homogénéité, fondée sur des critères et des parcours agrotechniques préalablement définis, et pourtant finalisée en progrès génétique *en soi*, associée à une tendance prescriptive autoritaire qui prétend uniformiser les pratiques culturales, constitue l'une des conditions de possibilité d'une alliance objective entre l'agronomie nomologico-prescriptive et l'industrie d'amont et d'aval, dans la mesure où la première permet à la seconde de se débarrasser des risques que l'imprévisibilité du vivant fait courir à la nécessaire stabilité de ses *process*. De plus, moyennant une *agroformation*, l'homogénéisation génotypique des plantes cultivées offre la possibilité de faire pousser une plante identique quelles que soient, ou presque, les conditions biotiques et abiotiques, condition de possibilité, cette fois, des économies d'échelle pour la mécanisation des opérations de culture comme pour le traitement des produits agricoles par l'industrie agroalimentaire. Or, nous l'avons dit avec Canguilhem, la question de la santé du vivant passe par la relation normative métastable que celui-ci entretient avec un milieu lui-même variable. Des plantes artificiellement stabilisées, homogénéisées phénotypiquement et génotypiquement, comme le blé moderne des plaines de la Beauce, ne sont plus susceptibles d'une quelconque relation avec leur milieu. Ces plantes sont malades au sens où Canguilhem définit le pathologique : elles ne sont plus capables de vivre que dans « un milieu rétréci » (Canguilhem, 2009, p. 215), c'est-à-dire dans un espace préalablement *agroformé*, ayant été rendues inaptes « à tolérer des variations de normes » de leur milieu de vie par des critères et des conditions de sélection qui les privent activement de toute insertion dans des dynamiques éco-évolutives.

Faire l'expérience des variations : les pistes de l'agroécologie

La conséquence de l'application des exigences de l'industrie dans le monde vivant de l'agriculture est une homogénéisation conjointe des formes de vie

et de leurs modes d'existence. En faisant le choix technoscientifique de la stabilité des variétés contre les dynamiques éco-évolutives du vivant, l'agro-industrie se condamne à une *agroformation* écologiquement et économiquement coûteuse des agroécosystèmes. L'uniformisation des sols par les pesticides et les engrais chimiques apparaît en cela comme le corollaire nécessaire d'une épistémologie agronomique essentiellement nomologico-prescriptive.

À l'inverse, on peut imaginer qu'une autre épistémologie, une *épistémologie des aventures*, qui ferait de la place à la variation, au contexte local, à l'historique et à l'accidentel, ouvrirait par là même la possibilité de décrire et d'établir d'autres relations avec le vivant, tout en préservant des potentialités évolutives qui sont le gage de sa santé, c'est-à-dire de sa capacité à tolérer l'instabilité et à inventer de nouvelles normes vitales (Canguilhem, 2009, p. 215). Mais des pratiques qui découlent d'une telle épistémologie ne permettent en toute logique aucune administration industrielle du vivant. Elles participent en effet d'une forme de connaissance envisagée, comme le dit William James, comme un processus historique continu de rectification du savoir, « une chaîne d'expériences tissée dans le matériau de la vie » (Latour, 2007, p. 22). Cette compréhension dynamique ferme la voie à une exploitation systématique, stable et normalisée du vivant. De ce fait, elle implique dans le tissu même de la pratique agricole, un travail d'enquête située, qui ressemble davantage, pour reprendre les catégories classiques d'une philosophie marxiste du travail, à un artisanat qu'à un travail industriel. Car si des *process* industriels sont susceptibles de s'ajuster ponctuellement à des changements, la condition de possibilité de leur efficacité demeure la stabilité. Et même dans cette adaptation parfois nécessaire à des variations résiduelles, l'idée d'*agroformation* implique une manière d'agir et de penser qui conduit à considérer d'abord une transformation des conditions écologiques avant d'envisager un changement dans les techniques employées. Il est donc plus fluide et plus économique pour l'agro-industrie d'inventer des *process* permettant de gérer une monoculture de végétaux génétiquement identiques sur tout un territoire que d'inventer des techniques locales et modulables, susceptibles d'administrer des polycultures complexes et des variétés populations adaptées à un terroir. Les conséquences économiques, sociales, politiques et écologiques de ces choix sont d'ailleurs à la base de la critique du modèle agricole dominant¹².

À quoi ressemblerait alors un contre-modèle épistémologique susceptible de soutenir ces critiques ? On trouve dans de nombreuses pratiques

12 Voir à ce sujet l'excellente synthèse, déjà mentionnée, de l'agronome Jacques Caplat (2014), *Changeons d'agriculture*.

agroécologiques, et en particulier dans la permaculture, des intuitions qui vont dans le sens de modalités épistémologiques plus complexes d'administration des rapports au vivant. Notre hypothèse est que, avant d'être des ensembles de techniques, les agroécologies constituent surtout des méthodes et des renversements épistémologiques portant des remises en cause plus ou moins frontales du paradigme nomologico-prescriptif et de ses conséquences en termes d'*agroformation*. Elles s'inscrivent en cela dans la continuité de cette autre histoire des sciences de l'agriculture que nous évoquions en début d'article, renvoyée à la minorité par la victoire scientifique et politique et par la mise en récit téléologique du paradigme épistémologique dominant. Cette histoire, c'est celle d'une science plus attentive à la complexité comportementale et aux dynamiques évolutives et écologiques, acceptant les implications d'une ontologie darwinienne de la variation et ne négligeant pas les processus au profit des mécanismes. C'est la science qui, tout au long du xx^e siècle, continue à s'intéresser aux mycorhizes et au rôle des organismes décomposeurs dans la fertilité des sols alors que le grand récit de la modernisation agronomique considère que la question est réglée par la synthèse chimique et métabolique de Liebig en 1840. Une *agrorologie* (Bourguignon et Bourguignon, 2008) des principes et des méthodes, pourrait-on dire, qui a longtemps vivoté dans les marges d'une agronomie des lois et des prescriptions.

Sur l'expérience de la terre comme expérience de la variation

Quand l'agronomie devient une *agrorologie*, chaque situation expérimentielle doit faire l'objet d'une enquête située. Dans la perspective qui nous occupe, c'est plus spécifiquement d'enquête écologique dont il s'agit – même si l'enquête conduite depuis une ferme devra également s'intéresser à des aspects qui dépassent l'écologie d'un agroécosystème donné, en particulier à son insertion dans un sociosystème. En cela, le modèle épistémologique que dessine notamment la permaculture nous semble susceptible de s'inscrire dans le projet de reconstruction formulé par la philosophie pragmatiste, et implique une prise en compte de la révolution ontologique du darwinisme dans tous les domaines du savoir. La permaculture fait en effet l'hypothèse que l'efficacité fonctionnelle d'un agroécosystème dépend de la compréhension fine de la complexité du système – c'est-à-dire notamment des dynamiques, des variations et des rétroactions métaboliques et comportementales – et de la préservation de cette complexité de façon à assurer la résilience du système et à en conserver les potentialités éco-évolutives. En proposant à partir de ce postulat une formalisation de l'enquête écologique

comme une observation systématique, historicisée et rectifiable des systèmes écologiques dans lesquels elle s'insère¹³, la permaculture nous semble mieux à même de participer d'une épistémologie de la variation, répondant ainsi à une relation au vivant désormais comprise, pour reprendre les termes de la philosophie de William James, selon un « perspectivisme radical » (Despret et Galetic, 2007). Pour James, la communauté biotique doit être envisagée comme « un collectif de vies personnelles (qui peuvent appartenir à des niveaux de complexité différents, aussi bien superhumaines ou infra-humaines qu'humaines), se connaissant les unes les autres par différents modes [...], évoluant et changeant véritablement par leurs efforts et leurs essais, et fabriquant le monde par leurs interactions et leurs essais cumulés » (James, 1920, cité et traduit par Debaise, 2007, p. 12). Un exemple, tiré d'enquêtes philosophiques de terrain effectuées dans des fermes s'inspirant de la permaculture, nous permettra de proposer une première illustration de cette idée, en montrant les implications pratiques d'une épistémologie de l'enquête sur l'appréhension des variations et des modes d'existence.

Premiers éléments pour une épistémologie de l'enquête

L'exemple que nous avons choisi pour illustrer notre propos est celui de la « pépinière spontanée dirigée »¹⁴. Cette méthode consiste à aménager, le long d'une planche de culture occupée par des plantes annuelles se ressemant spontanément, une bande libre d'herbe, dans laquelle les graines vont pouvoir germer plus facilement en tombant. Le travail, effectué deux ou trois fois par an, implique de désherber manuellement une bande de quinze centimètres le long de la planche – ce qui permet, au passage, un examen fin des différentes adventices et une meilleure compréhension des dynamiques écologiques et pédologiques dans un espace précis – et à orienter les plantes présentes sur la planche de façon à ce que leurs graines tombent de préférence sur la bande désherbée. De cette façon, on peut récolter et transplanter, quelques mois plus tard, des plants ayant poussé spontanément et présentant donc des caractéristiques de robustesse et d'adaptation aux conditions écologiques du lieu, ce qui permet ainsi de multiplier et de diversifier génétiquement une variété, sur plusieurs générations, sans avoir recours aux formes classiques de pépinière,

13 Cette méthode, principalement formalisée pour la conception d'un projet en permaculture mais dont la caractéristique est justement la rectification perpétuelle, est souvent nommée « Obredim », acronyme reprenant les différentes étapes de la méthode (*observation, boundaries, resources, evaluation, design, implementation, maintain*).

14 Cette idée nous a été soumise par Christophe Le Gall, maraîcher bio et permaculteur, qui la met en pratique dans sa ferme de Millefeuilles en Bretagne (communication personnelle).

impliquant la récolte des graines et la germination dans des conditions favorables. Il y a, dans ce procédé, une solution élégante à un problème complexe, emblématique de ce que nous entendons lorsque nous parlons d'enquête écologique située et de ses conséquences sur les formes de l'agir. C'est ce qui est bien décrit par l'apparent oxymore contenu dans l'expression « spontanée dirigée » : au lieu de lutter contre les tendances du vivant à varier, il s'agit d'utiliser cette capacité, par une action *inflexive* qui consiste à diriger sa reproduction vers une zone donnée, tout en laissant aux plantes la possibilité d'exprimer, au fil des générations, une diversification des génotypes qui permet aux graines comportant les variations les plus adéquates de s'épanouir directement dans les conditions dans lesquelles elles devront vivre. Il n'y a là rien de révolutionnaire, si ce n'est l'intelligence particulière du dispositif, simplement un retour à une sélection massale *in situ*, à partir d'une population donnée, mais une sélection informée dans ses protocoles par les connaissances des sciences contemporaines, et notamment par l'écologie scientifique, la biologie évolutive et l'épigénétique. Cette méthode permet d'entretenir une variété population, bien adaptée aux conditions biotiques et abiotiques dans lesquelles elle doit vivre, et surtout à laquelle on laisse la possibilité de continuer à varier en fonction de l'évolution de ses conditions d'existence. Pour le dire autrement, une telle sélection végétale a l'immense avantage de conserver le potentiel évolutif d'une population, en maintenant dans son patrimoine génétique une grande quantité de variants susceptibles de répondre à des changements dans les pressions naturelles de sélection et de s'insérer dans des rétroactions éco-évolutives. La variation n'est ainsi plus envisagée comme une instabilité qui mettrait en péril la prévisibilité des mécanismes, mais comme la possibilité contenue d'une résilience des caractères et des comportements. On entrevoit également derrière cette pratique une autre théorie du geste, une forme d'agir *inflexif* qui, plutôt que de chercher, dès la sélection, à contrôler l'ensemble du système, rendant ensuite nécessaire un contrôle analogue dans les champs, agit de façon minimale, retenue, en postulant que la capacité du vivant à varier constitue une formidable puissance d'invention de formes avec laquelle nous devons apprendre à composer, ne serait-ce que pour lui permettre de conserver son potentiel évolutif, c'est-à-dire sa résilience. C'est en cela qu'une épistémologie de l'enquête, rompant avec une épistémologie des prescriptions et des lois, nous semble à même de se rapporter plus finement à une biodiversité cultivée envisagée à travers une compréhension dynamique, systémique et comportementale des processus écologiques, évolutifs et biologiques.

L'agronomie dominante s'est en partie construite sur une contradiction épistémologique entre son objet et le type d'énoncés qu'elle vise à produire.

En établissant sa compréhension du vivant sur une épistémologie dans laquelle l'explication nomologique des mécanismes chimiques et biologiques prime systématiquement sur l'étude historique des variations et des modes d'existence, elle manque le fait que les dynamiques éco-évolutives des systèmes vivants sont des éléments essentiels pour la compréhension fine des agroécosystèmes. Ce faisant, elle tend à considérer la variation comme un penchant à fixer plutôt que comme une puissance avec laquelle composer. Dès lors, l'agriculture qu'elle prétend prescrire a dû mettre en place d'immenses dispositifs de transformation du monde, ce que nous avons appelé l'*agroformation*, et les erreurs théoriques et pratiques consécutives de cette contradiction épistémologique ont été peu à peu rendues invisibles sous plusieurs couches d'engrais de synthèse. Mais l'édifice présente des fissures de plus en plus apparentes ; les problèmes écologiques et économiques posés par le modèle agronomique dominant sont de mieux en mieux documentés et amènent des institutions internationales comme la FAO à s'interroger sur la nécessité d'une réforme mondiale des pratiques agricoles¹⁵. De manière encore plus frontale, l'ONU a récemment appelé, sous la plume de sa rapporteuse spéciale sur le droit à l'alimentation, à « remettre en cause les politiques agricoles, les systèmes commerciaux et l'influence exercée par les entreprises sur les politiques publiques si nous voulons renoncer aux systèmes alimentaires industriels qui reposent sur les pesticides »¹⁶.

Un préalable possible à cette réforme serait de commencer par prendre acte du malentendu originel dont découlent tous les autres : le fait de croire que l'on peut édicter sur le vivant des lois générales susceptibles de s'appliquer en tout temps et en tous lieux et, conséquemment, le fait que la dimension intrinsèquement variable du vivant peut être durablement maîtrisée dans des agroécosystèmes complexes et forcément ouverts. Pour sortir de l'impasse d'un système de lois agronomiques que les vivants s'obstinent à ne pas respecter en développant des résistances, en variant constamment, il nous faut opérer un renversement, nous saisir d'une épistémologie qui replacerait au milieu des champs l'enquête comme méthode, la variation comme socle ontologique et la cohabitation comme posture éthique fondamentale (Morizot, 2016). Mais pour que cette nouvelle épistémologie puisse apparaître comme autre chose qu'un retour en arrière, il nous faut préalablement déconstruire le récit continu et nécessaire d'une agronomie

15 *Final Report for the International Symposium on Agroecology for Food Security and Nutrition*, 18 et 19 septembre 2014, Rome, FAO.

16 *Report of the Special Rapporteur on the right to food*, 24 janvier 2017, ONU.

nomologico-prescriptive. Ce n'est qu'à partir de cette nouvelle mise en récit, déjà engagée par les nombreux travaux historiques sur lesquels s'appuie cet article, que l'on pourra imaginer un espace public dans lequel les implications de nos choix scientifiques et agronomiques seront à nouveau politiquement discutables, sans pour autant réduire le débat à un affrontement de positions antagonistes et à un échange d'imprécations. Pour composer avec la variation irréductible du vivant au lieu de lutter perpétuellement contre elle, il nous semble qu'une épistémologie de l'enquête, telle qu'elle peut s'incarner dans les différentes agroécologies, est la réponse scientifique la plus pertinente aux conséquences effectives d'une ontologie de la variation et aux menaces de la crise écologique systémique. Cette piste nous semble également une voie féconde pour transformer les pratiques en sortant le travail agricole des formes industrielles et fordistes dans lesquelles il s'est enfermé, et en redonnant aux agriculteurs la possibilité d'inventer localement des formes riches, complexes et joyeuses de relation à la terre. Il s'agit d'entendre ce que nous dit le vivant, dans sa résistance à nos désirs d'exploitation lisse et fluide de toutes choses. Pour l'agriculture, revenir à la terre c'est donc avant tout revenir sur une terre toujours animée, dans une communauté de modes d'existence, au cœur d'un tissu de vivantes variations.

Bibliographie

- BESSON Yvan, 2011, *Les fondateurs de l'agriculture biologique : Albert Howard, Rudolf Steiner, Maria et Hans Müller, Hans Peter Rusch, Masanobu Fukuoka*, Paris, Sang de la Terre.
- BONNEUIL Christophe, 2006, « Mendelism, plant breeding and experimental cultures : agriculture and the development of genetics in France », *Journal of the History of Biology*, vol. 39, n° 2, p. 281-308.
- BONNEUIL Christophe et THOMAS Frédéric, 2009, *Gènes, pouvoirs et profits. Recherche publique et régimes de production des savoirs de Mendel aux OGM*, Paris, Éditions Quæ.
- BONNEUIL Christophe et FRESSOZ Jean-Baptiste, 2016, *L'événement anthropocène. La Terre, l'histoire et nous*, Paris, Le Seuil.
- BONNEUIL Christophe, DENIS Gilles et MAYAUD Jean-Luc éd., 2008, *Sciences, chercheurs et agriculture. Pour une histoire de la recherche agronomique*, Paris, l'Harmattan.
- BOURGUIGNON Claude et BOURGUIGNON Lydia, 2008, *Le sol, la terre et les champs. Pour retrouver une agriculture saine*, Paris, Sang de la Terre.
- BUSTARRET Jean, 1944, « Variétés et variations », *Annales agronomiques*, n° 14, p. 336-362.
- CANGUILHEM Georges, 2009 [1965], *La connaissance de la vie*, Paris, Vrin.
- CAPLAT Jacques, 2014, *Changeons d'agriculture. Réussir la transition*, Arles, Actes Sud.
- CASSIER Maurice, 2008, « L'invention et la diffusion du vaccin charbonneux. Pasteur,

- entre science, agriculture et nouvelle industrie biologique», *Sciences, chercheurs et agriculture. Pour une histoire de la recherche agronomique*, C. Bonneuil, G. Denis et J.-L. Mayaud éd., Paris, l'Harmattan, p. 61-84.
- COSTANTIN Julien, 1924, « Les Mycorhizes et la Pathologie végétale », *Revue de botanique appliquée et d'agriculture coloniale*, vol. 4, n° 36, p. 497-508.
- CRAWFORD Matthew B., 2016, *Éloge du carburateur. Essai sur le sens et la valeur du travail*, Paris, La Découverte.
- DARWIN Charles, 2010 [1876], *L'origine des espèces*, édition par P. Tort et M. Prum, Genève, Éditions Slatkine.
- DEBAISE Didier, 2007, *Vie et expérimentation. Peirce, James, Dewey*, Paris, Vrin.
- DENIS Gilles, 2001, « Du physicien agriculteur du dix-huitième à l'agronome des dix-neuvième et vingtième siècles : mise en place d'un champ de recherche et d'enseignement », *Comptes rendus de l'Académie d'agriculture de France*, vol. 87, n° 4, p. 81-103.
- DESPRET Vinciane et GALETIC Stéphan, 2007, « Faire de James un lecteur anachronique de Von Uexküll : esquisse d'un perspectivisme radical », *Vie et expérimentation. Peirce, James, Dewey*, D. Debaise éd., Paris, Vrin, p. 45-76.
- DEWEY John, 1993 [1938], *Logique. La théorie de l'enquête*, Paris, Presses universitaires de France.
- 2014 [1929], *La quête de certitude. Une étude de la relation entre connaissance et action*, Paris, Gallimard.
- 2016 [1922], *L'influence de Darwin sur la philosophie et autres essais de philosophie contemporaine*, Paris, Gallimard.
- GABORIAUX Chloé, 2008, « Entre les innovations agronomiques et les pratiques paysannes, la figure de l'agriculteur pratique au XIX^e siècle », *Sciences, chercheurs et agriculture. Pour une histoire de la recherche agronomique*, C. Bonneuil, G. Denis et J.-L. Mayaud éd., Paris, l'Harmattan, p. 45-60.
- GAYON Jean, 2004, « De la biologie comme science historique » [en ligne], *Sens public*, [URL : <http://www.sens-public.org/article32.html>], consulté le 22 septembre 2016.
- GOUYON Pierre-Henri, 2004, « L'introduction de la génétique en France », *L'amélioration des plantes. Continuités et ruptures*, P. Boistard, C. Sabbagh et I. Savini éd., Montpellier, Inra.
- HAINZELIN Étienne éd., 2013, *Cultiver la biodiversité pour transformer l'agriculture*, Paris, Editions Qua.
- JAS Nathalie, 2000, *Au carrefour de la chimie et de l'agriculture : les sciences agronomiques en France et en Allemagne, 1850-1914*, Paris, Éditions des archives contemporaines.
- 2011, « Déqualifier le paysan, introniser l'agronome, France 1840-1914 », *Écologie & politique*, n° 31, p. 45-55.
- LATOUR Bruno, 2007, « La connaissance est-elle un mode d'existence ? Rencontre au Muséum de James, Fleck et Whitehead avec des fossiles de chevaux », *Vie et expérimentation. Peirce, James, Dewey*, D. Debaise éd., Paris, Vrin, p. 17-43.
- MAYAUD Jean-Luc, 2004, « Revenir au paysan, c'est retourner avant 1950 » [en ligne], 10^e université d'été de Marcillac, 4 et 5 août, [URL : http://www.agrobiosciences.org/article.php3?id_article=1231], consulté le 29 octobre 2016.
- MORIZOT Baptiste, 2016, *Les diplomates. Cohabiter avec les loups sur une autre carte du vivant*, Marseille, Wildproject.
- POST David M. et PALKOVACS Eric P., 2009, « Eco-evolutionary feedbacks in community and ecosystem ecology: interactions between the ecological theatre and the evolu-

tionary play», *Philosophical Transactions of the Royal Society B : Biological Sciences*, vol. 364, n° 1523, p. 1629-1640.

TORT Patrick, 2011, *Darwin et la religion. La conversion matérialiste*, Paris, Ellipses.

TSING Anna L., 2015, *The Mushroom at the End of the World : On the Possibility of Life in Capitalist Ruins*, Princeton, Princeton University Press.

WHEWELL William, 1866, *History of the Inductive Sciences*, New York, Appleton.

ZUCCA Maxime, BIRARD Julien et TURCATI Laure, 2013, *Diagnostic de l'état de santé de la biodiversité en Île-de-France*, Paris, Natureparif.