

Epistémologie, agronomie et formation

Regards sur l'œuvre de Stéphane Hénin

Michel Sebillotte

*Membre de l'Académie d'agriculture de France,
professeur d'agronomie à l'Ina (Paris-Grignon)*

Monsieur,

De cette place où je me trouve en ce moment vous avez enseigné l'agronomie à plusieurs générations d'ingénieurs. Quel message souhaitiez-vous transmettre ? Il me revient d'essayer de le dire, en cherchant ce qui fut transversal à vos activités, ce qui situe mon intervention par rapport à celles que nous venons d'entendre.

Pour cela, je montrerai d'abord l'importance des problèmes agricoles dans l'évolution de votre problématique et comment vous avez mis en place une agronomie nouvelle, que vous avez léguée à vos collaborateurs avec la mission d'en préciser et d'en ciseler le contenu.

J'examinerai ensuite ce qui constitue, je le crois, le fil de votre carrière : votre préoccupation constante de bâtir des méthodes pour l'agronomie en utilisant pour cela les ressources de la philosophie de la connaissance. N'est-ce pas ce qui frappait d'abord vos jeunes collaborateurs lorsqu'ils étaient recrutés dans l'une de vos équipes – votre différence –, ce qui motivait leur enthousiasme ?

Enfin, je me pencherai sur ce que je pense être le socle de votre œuvre, votre profil épistémologique, pour montrer l'intérêt majeur, pour la formation et la recherche, de la philosophie des connaissances.

Mais le risque n'est-il pas trop grand de vous trahir ? Les exposés précédents ont montré certaines des multiples facettes de votre œuvre, c'est déjà un garde-fou. Comme je ne pouvais tout lire, quoi retenir ? C'est aussi, à côté du temps nécessaire, un problème de méthode. « Quel est mon échantillon ? », diriez-vous, « quelle est sa représentativité ? ». Voulant convaincre sans trop de rhétorique (vous vous en méfiez, peut-être un peu trop d'ailleurs), je devais me restreindre à quelques textes essentiels, si possible facilement accessibles pour de futurs lecteurs. C'est tout naturellement que les notes à l'Académie d'agriculture de France me sont apparues comme un matériau privilégié. Ne s'agit-il pas d'un lieu de parole où chacun doit se

faire comprendre de confrères de compétences ou de métiers différents ? HOLTON (1981), titulaire à Harvard (USA) de deux chaires de physique et d'histoire de la physique, m'a convaincu du bien-fondé de ce choix, auquel j'ai ajouté votre thèse de philosophie et quelques autres textes. Je me prive pourtant ainsi de tous vos apports directs dans ces discussions nombreuses qui ont nourri les relations de travail que vous aviez avec nous, vos élèves. Cela fut énorme et essentiel car, pourquoi ne pas l'avouer, nous aussi vous avons trop peu lu, comme j'ai pu le vérifier cet été en travaillant à ce texte !

Un dernier point. Vous avez su nous associer très tôt à vos réflexions et plusieurs des travaux que je citerai sont cosignés. Néanmoins, je vous en attribuerai le plus souvent la paternité au nom même de ce que je vais essayer maintenant de montrer, et bien que vous m'ayez souvent dit que vous avez aussi emprunté aux uns et aux autres.

Problèmes agricoles et naissance de l'agronomie

L'importance des problèmes agricoles dans l'œuvre de S. Hénin

LES RELATIONS DE S. HÉNIN AVEC LE MONDE AGRICOLE

« *Dès mon adolescence j'ai vécu dans un milieu agricole* », souligne S. Hénin lors de sa réception à l'Académie d'agriculture (9 novembre 1955) ; cela pour des raisons familiales puis du fait de son entrée à l'École pratique d'agriculture de Crézancy.

Alors qu'avant la guerre S. Hénin travaille essentiellement au laboratoire à l'Inra, où il est entré en 1931 (il soutient sa thèse de docteur-ingénieur en 1938), il aura ensuite de très nombreux contacts directs avec les agriculteurs, qui culmineront dans la décennie 1955-1965. Ce sont les multiples travaux d'enquête et d'expérimentation avec divers CETA, le championnat de labour... sans oublier la fréquentation directe du centre de recherche de Versailles par certains agriculteurs parmi les plus avertis. S. Hénin manifeste, à ces occasions, un double souci : pour la résolution des problèmes qui lui sont soumis et pour la formation de ses interlocuteurs à partir des travaux de son laboratoire (que l'on pense, à titre d'exemple, au film « La Terre et les Hommes », réalisé avec la société Esso). De cette époque date l'engagement aux côtés des instituts techniques qui se créent (ITCF¹ tout particulièrement). Mais n'est-ce pas encore, pour partie, les mêmes préoccupations que l'on retrouve au ministère de l'Environnement ?

Notons, c'est important, que ces contacts vont être pour lui un moyen de compléter la formation des jeunes chercheurs qui l'ont rejoint au Laboratoire des sols, à l'Inra, en les confrontant à la complexité du réel.

CONSÉQUENCES POUR L'INGÉNIEUR ET LE CHERCHEUR EN AGRONOMIE

Les notes à l'Académie d'agriculture témoignent particulièrement de la nécessité pour l'agronomie, telle qu'elle se définissait implicitement alors, d'aboutir aux problèmes des agriculteurs ou d'en partir. Mais que de difficultés à surmonter, ne serait-ce que pour conseiller une profondeur de labour. Ne dira-t-il pas : « *Tous ces*

¹ Institut technique des céréales et des fourrages.

exemples [...] montrent avec quel souci des nuances il faut appliquer les méthodes de travail du sol : ce n'est plus de la technique, c'est de l'art.» (HÉNIN, 1955 b) ¹.

Dans le contexte particulier de l'après-guerre, la pratique agricole doit faire face à différents défis. Il faut donc transmettre les résultats de la recherche aux agriculteurs.

Cette question explique l'intérêt de S. Hénin pour la vulgarisation et la formation des ingénieurs et des techniciens (HÉNIN, 1970 a). Il débat de l'ingénieur qui, comme le physicien, va privilégier le quantitatif, et considère que « la connaissance consiste à établir une relation fonctionnelle entre deux séries de grandeurs dont l'une peut être considérée comme le facteur ou la cause de l'autre » (HÉNIN, 1959). Il a « le sentiment qu'entraîné par les nécessités de son action l'ingénieur ne peut pas toujours effectuer l'analyse qui serait nécessaire et qu'il est lui-même pris au piège auquel le scientifique n'échappe pas d'ailleurs » (HÉNIN, 1958 b). En effet, l'agriculteur travaille dans des situations caractérisées par leur complexité ; pratiquement, l'ingénieur manque de nuances (HÉNIN, 1958 b), pourtant, son problème, son « art » concerne « la sécurité avec laquelle les phénomènes peuvent être prévus » (Thèse, 1944, p. 1) ².

Le technicien a aussi besoin de méthodes pour éviter de réagir spontanément à travers des « opinions », pour éviter « ce sentiment d'évidence qui amène un individu à adopter sans réserve les conséquences d'une idée qu'il a faite sienne » (HÉNIN, 1970 a). Il développe ce point de vue dans le même texte (voir aussi HÉNIN, 1958 b), en se référant aux travaux de BACHELARD, entre autres « La formation de l'esprit scientifique » (1938).

Pour ses diagnostics, l'ingénieur devra aussi utiliser des références, et il fera des expérimentations sur le terrain. Une question importante se pose lorsque des accidents se produisent sur tout ou partie de l'essai. Que faire ? Dès 1944, S. Hénin écrit : « Le but est d'établir des données ayant une valeur pratique. Il s'agit de définir la règle du jeu ou de la spéculation à laquelle va se livrer le praticien. Le but étant d'établir une prévision, l'énoncé doit être défini à l'aide des seuls éléments donnés a priori. Il importe peu au praticien de savoir que l'échec qu'il a éprouvé est dû à telle cause imprévue, la mise de fond qu'il avait engagée n'en reste pas moins perdue. Il n'y a donc pas d'autres procédés possibles pour l'établissement des données que la prise en compte de tous les résultats. » (Thèse, p. 129).

Une autre question essentielle concerne le domaine d'extrapolation des résultats, des références. C'est l'un des intérêts des typologies et de l'utilisation d'autres disciplines : climatologie, pédologie (HÉNIN, 1957 a).

« L'homme de laboratoire faisant appel à des méthodes de plus en plus spécialisées tend à s'éloigner de la pratique et un fossé risquerait de se creuser entre l'agriculteur et le scientifique. » (HÉNIN, 1957 a). Il faut réintroduire des éléments de synthèse dans l'agronomie.

Le chercheur doit produire des connaissances, donc savoir si ses théories sont vraies, quel est leur domaine d'application. Cependant, il ne s'agit pas ici du travail du physicien mais de science naturelle, ce qui pose, à nouveau, la question de la prédiction, de la prévision. « En effet l'opinion est déformée par la réussite des

¹ Dans les citations, [...] signifie qu'une partie du texte est omise, (...) entoure des mots que j'ai ajoutés pour la lisibilité de la citation.

² Dans le texte, « Thèse » renvoie à la thèse de philosophie soutenue en 1944 et les indications de page au document multigraphié reproduit au Laboratoire des techniques culturelles de l'Inra, à Versailles, grâce à R. Gras, dans les années 60.

sciences physiques, réussite dont bénéficient les techniques qui en découlent [...]. Ayant ainsi passé en revue l'ensemble des opérations conduisant le chercheur vers l'intelligence des phénomènes, il nous faut en dresser un tableau d'ensemble et y situer un problème plus spécialement agronomique, celui de la prévision [...]. L'agronome qui exprime les possibilités de rendement d'une culture dans une région donnée par deux valeurs extrêmes fait de la conjecture. [...] En fait, le caractère conjectural s'explique parfaitement dès que l'on utilise une connaissance incomplète [...] c'est-à-dire quand le phénomène n'est pas analysé, ou simplement contrôlé, dans toute sa compréhension. » (Thèse, p. 125).

Pour mener une telle réflexion, il faut du temps, il faut prendre du recul par rapport au quotidien. C'est comme prisonnier que S. Hénin mènera ces réflexions, les prolongeant ensuite, à la demande de Gaston Bachelard mais aussi par goût, par désir d'approfondissement philosophique.

Ce sera toujours une caractéristique de ses travaux que cette dimension d'ordre épistémologique d'une part, que cet intérêt pour les problèmes de la pratique agricole d'autre part.

ILLUSTRATION

Aujourd'hui, lorsque nous nous intéressons aux agriculteurs, aux acteurs, nous disons : « Ils ont de bonnes raisons de faire ce qu'ils font ». On se situe de la sorte dans le cadre de leur logique décisionnelle et non dans celui de la production des connaissances scientifiques.

S. Hénin avait perçu cela quand il constate, avec G. Monnier (HÉNIN et MONNIER, 1956), que les sous-solages « *ont été effectués sans tenir compte de l'état du sol, ce qui a guidé les agriculteurs ce sont surtout les disponibilités de temps ou bien le fait que la terre ne portait pas de récolte* ».

Il dira, dès 1958 (b), l'utilité de la mise « *en lumière des processus de raisonnement permettant (ainsi) de mieux comprendre la "tournure d'esprit" des praticiens et la valeur de leurs affirmations.* »

D'une autre manière, il notait l'intérêt de la programmation linéaire parce qu'elle permettait de traiter ensemble des variables de nature différente (hétérogène), en quelque sorte de sortir d'un cadre disciplinaire strict.

Ces remarques posent, entre autres, le problème du statut des techniques culturelles et de leurs relations avec les actions de l'acteur. Les premières sont conçues dans l'univers des connaissances théoriques, seul domaine où elles le sont correctement. Or celui-ci est, par nature, très simplifié au regard de la complexité du milieu sur lequel agit l'agriculteur. Il n'est, par contre, pas difficile de montrer que l'acteur introduit dans son raisonnement, même sur le strict plan agronomique, beaucoup de jugements sur le milieu que la théorie ne sait pas intégrer. Il devient alors nécessaire de parler des opérations culturelles de l'acteur (agriculteur ou expérimentateur), et d'éviter de les percevoir comme la traduction univoque des connaissances scientifiques. C'est fondamentalement pour cette raison que l'on doit étudier le mode de raisonnement des acteurs. « *Rendre l'agriculture plus rationnelle* » (*Le profil culturel*, 1960, p. 6), c'est lui donner son autonomie par rapport à la science, reconnaître qu'elle n'en est pas une stricte application¹ !

Mais comment définir une technique culturelle dans un univers complexe, conserver le souci de préparer un conseil sans aboutir à des recettes ? Le champ

¹ Pour ce débat actuel, voir entre autres SEBILLOTTE (1974, 1990 b).

cultivé, comme objet d'une science spécifique, est déjà contenu dans cette nécessité de définir les techniques au sein des multiples interactions qui caractérisent ce système complexe. Ce sera le rôle de l'agronome, au sens strict, de produire les connaissances et les méthodes nouvelles.

La naissance de l'agronomie

DU LABORATOIRE À L'ENSEIGNEMENT

S. Hénin travaille pendant de longues années au Laboratoire des sols de Versailles, qu'il dirigera en succédant à A. Demolon, avant de le scinder pour permettre la naissance du Laboratoire des techniques culturales, dont il gardera la direction.

L'agronomie est alors un ensemble un peu flou dont il dit (Thèse, p. 10) : « *On pourrait qualifier cette science d'ultracomplexe, du fait qu'on y étudie les êtres vivants, donc un élément complexe en soi, dans un milieu naturel qui lui aussi est complexe, et qu'enfin les problèmes sont posés en fonction de certaines données extérieures au sujet, telles que les données économiques.* »

L'agronomie englobe ainsi beaucoup de choses mais s'oppose cependant, par les méthodes employées, à la météorologie, à la pédologie. Elle est analytique, comme la biologie et la médecine, alors que climatologie, géographie botanique et pédologie sont synthétiques. Dans les premières, « *on connaît le phénomène complexe, on sait même parfois le diriger avec assez de précision, mais on veut en faire une analyse plus complète pour s'en rendre parfaitement maître* » ; dans les secondes, « *on connaît des éléments de description isolés dont on se propose de faire la synthèse pour créer des "types"* ¹ (Thèse, p. 27-28, et aussi HÉNIN, 1957 a). Il faut noter qu'à la création de l'Inra, en 1946, il y aura un département d'agronomie comprenant des chercheurs spécialistes du sol, de la plante, des techniques culturales.

En 1958, S. Hénin est reçu – à l'Institut national agronomique – au concours de professeur d'agriculture, comme on disait à l'époque.

Je serais tenté de penser que c'est à cette occasion que la question de la discipline « agronomie » stricto sensu commence à se poser dans des termes un peu nouveaux : il ne s'agit plus seulement de méthodes mais aussi de domaine, parce que son enseignement rencontre à ses frontières celui de ses collègues, en particulier dans le champ des sciences du sol, et qu'il doit introduire le végétal comme objet d'étude et non plus comme un cahier des charges pour le spécialiste des sols. Le fait

¹ S. Hénin reconnaît très volontiers que beaucoup de progrès ont été réalisés, à l'époque, à travers l'empirisme traditionnel des praticiens. Mais celui-ci n'est plus suffisant, et, en tout cas, ne saurait réduire l'agronomie à un ensemble de recettes. Pour l'importance de ce débat, je renvoie à la très longue intervention de A. Voisin, membre de l'Académie d'agriculture et agriculteur influent et compétent, à la suite de la présentation de HÉNIN (1958 b) sur la connaissance empirique. A. Voisin reproche à la science agronomique d'avoir « *de plus en plus tendance à utiliser un raisonnement abstrait...* ». « *La recherche scientifique agronomique doit s'appuyer d'abord sur l'expérience paysanne ancestrale, qu'aucune analyse chimique ou expérimentation de courte durée ne peut remplacer. Appuyée sur cette base solide la science agronomique deviendra vraiment pratique et féconde. Nous ne verrons plus alors comme dans le cas des herbages et de l'ensilage [...] changer tous les cinq et dix ans la méthode qu'on vulgarise, en indiquant que la méthode précédemment préconisée ne convient vraiment pas.* » On voit que le point de vue n'est pas le même, il ne s'agit pas de la production de connaissances scientifiques mais des modalités de l'application des résultats d'expérimentations par les agriculteurs, question également d'importance.

que les grandes notes conceptuelles et méthodologiques à l'Académie d'agriculture s'échelonnent pour la plupart de 1958 à 1961 constitue probablement un témoignage de l'influence de cette nomination qui vient amplifier les conclusions qui peuvent se dégager de la fréquentation intense des agriculteurs à cette époque, comme on l'a vu. D'une part, ceux-ci ne peuvent dissocier leurs préoccupations : ils cultivent pour produire ; d'autre part, avec les bases méthodologiques dont je vais bientôt parler, S. Hénin ne peut aller sur le terrain de manière indifférente, sans que cela ne provoque toute une série de remises en cause dans l'univers de la connaissance empirique, en particulier. C'est ainsi que, dans l'une de ces notes, il dira à propos de « *l'influence générale ou moyenne sur le rendement de pratiques ou de modalités d'action* » : « *de telles liaisons entre faits d'observation sont loin d'avoir le sens d'une relation causale* » (HÉNIN, 1958 b).

Il devient indispensable de dépasser la mise en relation entre « *profondeur du labour et rendement* » même si l'on considère un maillon intermédiaire tel que le développement spatial des racines (HÉNIN, 1955), ce qui était déjà un progrès substantiel. L'introduction à la première édition du *Profil culturel* (1960) témoigne, de ce point de vue, d'une avancée considérable parce qu'elle pose en termes opératoires la question des relations plantes-sol. On lit : « *Or, les exigences des végétaux sont variables en fonction de leur croissance et par conséquent l'état du milieu à un moment donné n'a pas du tout la même influence sur le résultat final que l'état du milieu à une autre phase de la croissance.* » (p. 3).

Pourtant, S. Hénin témoigne dans ces années d'une certaine réserve à l'idée d'une science agronomique : « *La mise en œuvre des principes de l'agronomie paraît être encore à l'heure actuelle un art plutôt qu'une science, aussi voit-on se développer des corps de spécialistes ou d'experts jouant le rôle de relais entre l'agriculteur et l'homme de laboratoire.* » (HÉNIN, 1961). Il parle aussi de techniques auxquelles répond l'art de l'agriculteur¹.

C'est vers ses jeunes collaborateurs enseignants, car il pense que leur fonction d'enseignant les rend plus à même de les aborder, qu'il se tourne pour défricher les nouveaux sentiers² dont il sent le besoin urgent. J'en retiendrai deux.

LA NÉCESSITÉ D'APPROCHES SYNTHÉTIQUES

Le premier concerne la nécessité d'approches synthétiques en agronomie. C'est, là encore, une prise de conscience fondamentale. Il constate « *que toute cette évolution (de l'agriculture), fruit de l'effort des spécialistes, résulte d'une étude analytique [...]. Le progrès technique a transformé l'agriculture [...] le contrôle économique des opérations toujours utile devenait alors indispensable et il semble que ce soit à lui que l'on confie dans la perspective actuelle la fonction de synthèse. Et pourtant, l'agronome de jadis pensait l'activité d'une exploitation dans le cadre d'un système cohérent où les opérations avaient autant pour but d'assurer par elles-mêmes une production que de préparer la suivante. C'était reconnaître l'existence d'une sorte de synergie dont on peut raisonnablement douter qu'elle ait pu être mise en évidence par l'analyse des spécialistes.* » (HÉNIN, 1961). On ne peut donc s'en remettre à la seule économie. Il se réfère dans cette note, par exemple, à la question

¹ Il me dira cependant très vite, après m'avoir reçu dans sa chaire, en 1961, la nécessité d'un pendant au profil culturel sur le peuplement végétal et que, partant des travaux de JONARD et KOLLER (1951), ce pourrait être un axe de travail pour moi.

² Allusion au livre de A. Eddington, « Les nouveaux sentiers de la science » (Paris, Hermann, 1936), qu'il nous fait lire.

des rotations culturales et des monocultures. Rappelons que c'est en 1961 qu'est publié l'intéressant article sur les essais de Grignon (son école) où travaillent deux personnes en qui il a confiance, Péquignot et Récamier, qui montrent qu'on ne sait pas, par analyse, trouver les raisons des diminutions de rendement en monoculture. Il considère très vite que la question des rotations culturales est de première importance¹. Mais, dans chaque cas, les dispositifs sont très orientés par des problèmes d'actualité : matières organiques du sol, monoculture, « charge » en protéagineux dans la rotation culturale.

Une méthodologie commence à s'élaborer sous son impulsion pour définir les traitements expérimentaux de ce type d'essai ; cependant, la conduite des dispositifs et l'interprétation des résultats buteront dans de nombreux cas sur une insuffisance d'analyse de ces systèmes complexes. L'agronomie stricto sensu est encore trop loin et ses concepts en matière de synthèse insuffisants. La comparaison du dernier chapitre, consacré aux systèmes de culture, dans les deux éditions successives du *Profil cultural* (1960 et 1969) témoigne encore de la prise de conscience de ces problèmes. Dans la seconde édition, les concepts se dessinent, témoignant des fruits de son activité récente et de celle de ses collaborateurs, chercheurs et enseignants. La possibilité d'étudier les effets des systèmes de culture sur le milieu et, par là, celle de pouvoir en comprendre les répercussions sur le rendement se dégagent. On y mesure aussi l'impact de ses nombreuses lectures d'ouvrages anciens, de cette époque où les « agronomes » avaient ces préoccupations de synthèse². Parallèlement, il réfléchira sur l'utilisation de la programmation linéaire pour fixer des assolements de manière à répondre aux besoins des agriculteurs (HÉNIN et FRAIGNEAUD, 1960).

LES POTENTIALITÉS

Le second point, dans la filiation de la thèse de L. Turc et d'un travail réalisé avec P. Fromont (FROMONT et HÉNIN, 1956), concerne la question des potentialités. Les matériaux de base se sont accumulés : ceux des bioclimatologistes, ceux de spécialistes de la photosynthèse (DE WIT, 1959), ceux d'agronomes étrangers (WATSON, 1952). Mais il s'agit pour lui de répondre aux besoins des actions de vulgarisation et de développement, pour permettre de meilleurs diagnostics sur les pratiques des agriculteurs, et donc de définir des potentialités adaptées à ce type d'analyse ; c'est J.P. Deffontaines, autre jeune enseignant, qui explorera cette voie. A cette occasion, les remarques qu'il faisait en 1957 (a) sur l'utilisation de la classification du cadastre agricole par l'agronome par rapport aux cartes pédologiques, sur le caractère discontinu qu'introduit le découpage en parcelles face aux transitions plus continues entre les types de sol s'avéreront fécondes.

RETOUR AUX INSTITUTIONS DE RECHERCHE

Les responsabilités institutionnelles vont à nouveau jouer. C'est la création du Comité technique agronomie à l'Orstom dont S. Hénin sera le premier président. Cette création fut difficile car il fallait tracer les frontières entre les instituts de recherche par filière de production, davantage tournés vers les applications dans

¹ Il intervient comme conseiller dans les dispositifs destinés à étudier les effets des cultures prairiales dans les rotations culturales, à Lusignan (Inra) ; il appuie la création du dispositif permanent de sa chaire à l'Ina, à Montluel, chez les frères Lassus et avec la collaboration active de Péchiney-Saint-Gobain (qu'ils soient tous à nouveau ici remerciés) ; puis viendront, très souvent sous son impulsion, les essais pluriannuels dans le cadre des instituts techniques.

² C'est l'époque où S. Hénin relit entre autres le Cours d'agriculture de Gasparin (1843), lit le grand ouvrage de G. Heuzé (1862) sur les assolements, qui le marquera beaucoup...

leurs travaux, et qui étaient globalement hostiles à cette création, et l'Orstom, orienté vers la production de connaissances. Le débat fut rude mais, rétrospectivement, l'avoir emporté fut très important pour cette naissance de l'agronomie.

En 1965, l'Inra propose à S. Hénin la direction du département d'Agronomie. C'est le départ de l'Inra en juillet 1966 pour redonner vie à ce département face aux nouveaux enjeux que les responsables de l'Inra percevaient pour leur institution dans cette vingtième année de son existence, face à une agriculture qui évoluait rapidement ¹.

D'ailleurs, ces enjeux nouveaux, S. Hénin les présentait clairement, comme le montrent les titres de certaines de ses communications à l'Académie d'agriculture : « L'érosion hydraulique en France » (1956), « Suggestions en vue de la création d'une commission pour la sauvegarde de notre terre » (1957), ou bien des phrases d'une note de 1961, qui recense les problèmes liés à l'intensification : irrigation, drainage, mais soulignent que seront peut-être plus urgents les problèmes de « *la nourriture des hommes, (de) la qualité des produits agricoles, (de) la défense de notre milieu de production contre l'extension des activités non agricoles, qu'il s'agisse du développement urbain ou de l'action plus insidieuse des résidus industriels qui viennent polluer notre milieu de travail* » (HÉNIN, 1961).

Les 10 ans qui viennent de s'écouler vont jouer un rôle capital dans la naissance définitive de l'agronomie. A l'Inra, ce sera l'essai de programmation de la recherche (MAQUART *et al.*, 1971), qui aboutit à ce que l'on appellera le « graphe du département Agronomie », celui-ci ne devant « *plus être considéré comme une unité administrative regroupant un ensemble de laboratoires mis à la disposition des agriculteurs pour les aider à résoudre leurs problèmes, mais comme une discipline de recherche appliquée dont l'activité doit être orientée par les grandes options nationales* » (HÉNIN *in* MAQUART *et al.*, 1971) ². L'aboutissement en sera la création en 1974, de deux départements, Agronomie et Science du sol, et, pour le premier, sous la direction de L. Gachon, l'élaboration d'une charte centrant les activités autour du peuplement végétal et des systèmes de culture, véritable rupture d'avec le passé pour beaucoup.

Sur le plan de l'enseignement, il était nécessaire, pour ses successeurs, d'exister en temps que porteurs d'une science. Ceci entraîna une véritable mutation, celle de la chaire d'agriculture en chaire d'agronomie, unique en France, avec également sa charte portant sur les mêmes objets mais insistant plus sur l'absolue nécessité de produire théories et méthodes générales, afin d'éviter d'enseigner une accumulation « *de nombreux faits expérimentaux* » ³ ; on y trouve ainsi une référence explicite à l'épistémologie ⁴.

¹ Parmi les raisons de ce départ, il me semble que S. Hénin avait acquis la conviction que, dans les conditions de l'époque, il serait plus efficace à l'Inra pour faire avancer l'agronomie. Il retrouvait par ailleurs une maison qu'il n'avait jamais vraiment quittée et vis-à-vis de laquelle il se sentait redevable. C'est à cette occasion du 20^e anniversaire qu'il définira l'agronomie comme « *une écologie appliquée à l'amélioration de la production et à l'aménagement du territoire* » (HÉNIN, 1966, *in* MAQUART *et al.*, 1971).

² S. Hénin note aussi que ce graphe doit constituer un instrument de gestion, une référence pour les chercheurs pour resituer leurs travaux : « *L'activité de chacun sera plus dépendante de la pensée collective. [...] mais la cohésion du groupe et son efficacité s'en trouveront renforcées* » (p. 8).

³ S. Hénin disait déjà de cette accumulation de faits expérimentaux que sa « *diversité qui va jusqu'à la contradiction rend le travail du chercheur de plus en plus difficile et la tâche du vulgarisateur de plus en plus délicate* » (HÉNIN, 1959).

⁴ Cf. SEBILLOTTE, 1974.

Pour une part, on peut considérer que les activités au ministère de l'Environnement sont déjà contenues dans cette évolution et les réflexions qui l'ont permise ; que l'on relise les 53 pages de « Définition et méthode d'étude du problème » (HÉNIN et FOURNIER, 1982) de l'ouvrage « La transformation des terres ». Il serait assez facile de relier les préoccupations de fond de ces pages aux propos visant à remplacer le vocable de vocation culturale des terres, que S. Hénin condamne, par celui d'aptitude culturale : le « rôle de l'agronome consiste justement à rechercher par quels moyens on peut supprimer les différences ainsi constatées. A la limite il ne devrait plus y avoir de différences de rendement en fonction de la nature du sol mais une différence dans les systèmes de culture » (introduction à la seconde édition du *Profil cultural*, 1969, p. 6).

La méthodologie

Pour beaucoup, S. Hénin est l'homme du *Profil cultural*, c'est-à-dire d'une méthode, comme le dit l'introduction de l'ouvrage (1960)¹.

S. Hénin s'est toujours intéressé à ces questions. Il soutiendra une thèse de philosophie, « Essai sur la méthode en agronomie » (HÉNIN, 1944), avec Gaston Bachelard. De nombreuses notes à l'Académie d'agriculture, de 1955 à 1961, aborderont ensuite ces questions (par exemple : HÉNIN, 1955, 1957 a, 1958 a et b, 1959, 1960, 1961 ; HÉNIN et MONNIER, 1956). Il y reprend des points de sa thèse, en élargit certains aspects. Leurs thèmes sont directement orientés par les problèmes détectés dans ses contacts avec les agriculteurs et les techniciens, mais aussi par les exigences de formation de ses collaborateurs, de plus en plus nombreux, et des étudiants de l'Institut national agronomique.

Il est commode de retenir, malgré leurs connexions étroites, deux grands groupes de méthodes, pour en souligner quelques points.

Méthodes dans la production des connaissances

Les pièces maîtresses sont la thèse de philosophie (1944) et certaines des notes à l'Académie d'agriculture sur l'évolution du concept de sol (1957 a), sur la valeur de la connaissance empirique (1958), sur le quantitatif ou le qualitatif (1959), sur l'interprétation du fait expérimental en agronomie (1960), sur les perspectives de la recherche agronomique (1961).

La thèse a une ambition très large, basée sur l'idée d'une agriculture plus rationnelle. On y lit (p. 30) : « *L'un des buts de ce travail est justement d'établir une théorie de la recherche (appliquée, pour) [...] rendre service aux agronomes.* » Cela est difficile car « *cette position intermédiaire entre la science pure et la pratique, outre qu'elle confère à la science appliquée son caractère de finalité, lui impose aussi la recherche d'une certaine vérification. Il se pose en particulier le problème de la prévision numérique du résultat et, pour le résoudre en agronomie, il est nécessaire de se placer sur le terrain du probable.* » (p. 29-30).

¹ « *L'objet de cet ouvrage consiste à décrire une méthode de diagnostic et à indiquer la façon dont on peut l'utiliser* » (p. 5).

Sous une forme ou une autre, le thème central est donc celui de la prédiction (déjà évoqué dans la première partie) et par là des conditions à respecter pour bâtir un corps de connaissances à valeur scientifique dans le domaine du complexe. « *L'expérience montre qu'entre le groupe des sciences physiques et celui des sciences naturelles [...] il existe une différence quant à la sécurité avec laquelle les phénomènes peuvent être prévus. Cet état de fait a des conséquences pratiques importantes. On constate en effet que, lors de l'application, les échecs que le technicien rencontre plus ou moins fréquemment déroutent les non-initiés et souvent le technicien lui-même ; la fameuse formule si souvent répétée dans les milieux agricoles "c'est vrai en théorie, mais c'est faux dans la pratique" n'est que l'expression populaire de cette difficulté. Pour le public, en effet, la théorie c'est-à-dire la science est infaillible. Si l'on observe des échecs, ce n'est donc pas la science que l'on peut accuser. Parfois le technicien est mis en cause, mais c'est assez rare et il est plus commode d'admettre deux vérités : l'une reposant sur l'intelligence humaine, c'est la vérité scientifique, l'autre devant être vérifiée par les faits c'est la vérité pratique.* » (Thèse, p. 1-2).

Il ne saurait être question de traiter en détail de ces travaux. Je vais plutôt en extraire quelques aspects pour essayer de montrer que les préoccupations qu'ils traduisent (celles de la « *philosophie des connaissances* », HÉNIN, 1958 b) sont primordiales, à la racine de l'originalité et de la fécondité de l'œuvre.

S. Hénin insiste très fortement sur l'élaboration des concepts : « *Il faut dégager des phénomènes des concepts et des lois. Ces deux opérations sont simultanées, le concept n'étant que le support de la loi et la loi l'énoncé du phénomène qui permet de caractériser le concept.* » (Thèse, p. 15). Le mot concept lui-même n'est pas du langage courant de l'agronome, qui se veut réaliste comme « *le praticien (qui) se flatte d'un réalisme absolu et ne veut considérer que les données de l'expérience et ignorer le concept théorique* » (HÉNIN, 1958 b).

De cette insistance découle la réflexion sur les problèmes de définition : de chose et de nom. Les premières « *se bornent à décrire le processus expérimental qui a permis de mettre en évidence l'être que l'on définit, ce qui revient souvent dans une technique à indiquer la fin à laquelle on le destine* », les secondes s'appliquent « *au contraire à décrire un être rationnel et sur ce côté elles satisfont pleinement les exigences de la connaissance* » (Thèse, p. 52-53). Ainsi « *la définition apparaîtra comme une définition de chose, chaque fois que l'on se référera aux données expérimentales que l'on retrouve toujours à un moment ou à un autre dans ces sciences ; au contraire quand on utilisera les conséquences des principes ou mieux quand on aura réussi la synthèse rationnelle de l'objet à l'aide des éléments de son explication, on peut en donner une définition de nom* » (Thèse, p. 54).

Un bel exemple est fourni à propos de l'évolution du concept de sol. L'agronome considère le sol comme « *un support plus ou moins favorable à la végétation* » (HÉNIN, 1957 a), ce qui le conduit aux « *concepts d'éléments assimilables, d'eau utilisable, et, d'une façon générale, presque tous les concepts des techniques, empreints de finalité, sont également des définitions de choses* » (Thèse, p. 52-53). A la suite de Dokouchaev, le pédologue considère le sol en soi, « *comme "une formation naturelle résultant de l'action des facteurs du milieu sur un matériel pétrographique initial ; la roche mère"*. (Les travaux des pédologues) [...] *apportaient (ainsi) à la fois une définition des sols, une méthode d'étude et un principe de coordination* » (HÉNIN, 1957 a). Une classification d'un autre type que celui de l'agronome ou du géologue devenait possible.

Un trait caractéristique de la pensée de S. Hénin est de toujours vouloir considérer l'ensemble de la démarche de connaissance, d'éviter d'en privilégier trop une étape. Aussi à cette insistance sur les définitions et les concepts répondent ses préoccupations méthodologiques en matière d'observation (HÉNIN, 1959) et d'expérience. D'ailleurs, « *toute la difficulté, quand on veut adopter une définition de nom, c'est de réaliser le programme de recherche qu'elle suppose* » (Thèse, p. 54)¹.

Lorsqu'il parle, longuement, de l'expérience, il est ainsi conduit à admettre la nécessité de « l'idée expérimentale » (selon Claude Bernard), donc de manière assez générale de la théorie, mais en notant que, pour être admissible, cette idée expérimentale doit « *comporter des conséquences susceptibles d'être soumises au contrôle expérimental* » (Thèse, p. 74). C'est le raisonnement hypothético-déductif. On rejoint BACHELARD (1938) « *Un concept est devenu scientifique dans la proportion où il est devenu technique, où il est accompagné d'une technique de réalisation.* » (p. 61).

« *D'un point de vue pratique, les problèmes posés par l'analyse (des phénomènes) reviennent donc à éliminer dans l'ensemble des facteurs et des conditions dégagés par l'observation, les pseudo-facteurs.* » (Thèse, p. 81). Cette analyse, donc « *la série d'opérations qui a pour but de décomposer (les phénomènes) en éléments intelligibles, se fait presque toujours par ce que nous désignerons par la "méthode des schémas"* ». Le schéma est « *justement le mécanisme hypothétique lui-même, mais il pourra paraître plus ou moins intelligible, plus ou moins élaboré* » (Thèse, p. 84). Il distingue alors trois schémas : rationnel, empirico-rationnel et matériel.

Le premier « *est caractérisé par le fait que les concepts sur lesquels il est basé sont tous susceptibles d'être exprimés par des valeurs numériques* ». Au sens courant actuel, c'est un modèle. « *Dans les sciences plus complexes [...] le schéma fera l'office d'un élément de référence [...]. On s'efforce d'analyser le résidu [...] l'accord entre la théorie et l'expérience se jugera par la disparition des écarts systématiques entre les courbes calculées et les courbes observées.* » (Thèse, p. 85).

Dans le deuxième, « *au lieu de bloquer la partie connue du phénomène [...] on bloque une partie de la variation par une courbe empirique et l'on procède à l'analyse des résidus* », qui ne devraient plus être de signe systématique si la courbe est bien choisie.

Dans le troisième, « *on essaie la matière elle-même, nous sommes donc en plein dans l'expérience. [...] C'est, à notre point de vue, le procédé le plus typique de la méthode expérimentale, car en fait tous les autres procédés le supposent à un moment donné de la recherche. Ce qui fait son caractère propre, c'est l'attitude intellectuelle du chercheur. Celui-ci, ne pouvant donner une expression symbolique résumant l'action des facteurs, va s'efforcer de réaliser pratiquement le mécanisme.* » (Thèse, p. 95). Mais ceci pose la question de la mesure et permet de comprendre qu'une partie de l'activité de S. Hénin ait consisté à créer des appareils de mesure pour l'étude des sols en place.

¹ Il note que « *dans la formation de l'hypothèse, on associe entre eux des concepts qui ont tous une probabilité plus ou moins forte d'être vérifiés. [...] (Il faut que) se réalisent simultanément ou successivement les conséquences de chaque concept (et ceci n'a comme probabilité que le produit des probabilités élémentaires, ce qui est faible !). Voilà un mécanisme qui fait apparaître la fragilité des constructions dites théoriques ou de synthèses.* » (Thèse, p. 117).

La vérification des hypothèses donne lieu à des développements importants. « Une hypothèse n'est vérifiable que si toutes ses conséquences indépendantes peuvent être soumises au contrôle de l'expérience. La vérification comporte ainsi deux éléments. L'un lié au travail d'invention qui consiste à former le champ des hypothèses. Il devient alors possible d'établir a priori les différents cas entre lesquels l'esprit devra choisir. L'autre élément consiste à établir la valeur de prévision des conséquences des hypothèses. » (Thèse, p. 109).

S. Hénin souligne la difficulté de l'entreprise : « On ne peut juger que de la cohérence du système d'idées et de sa concordance avec les faits, mais ni du côté des possibilités de l'imagination, ni du côté de l'expérience nous ne pouvons nous assurer que nous n'aurons rien omis dans le dénombrement des possibilités. Pour atténuer ce risque une seule méthode nous est offerte, varier l'expérience ; pour cela, s'efforcer de fermer le champ des hypothèses et surtout expérimenter sur toute la compréhension du phénomène. » (Thèse, p. 109). Et d'ajouter : « Le problème quand une courbe a été obtenue n'est donc pas de chercher quels sont les mécanismes compatibles avec la courbe, mais quel est le minimum de conditions imposées à une formule pour qu'elle soit susceptible de la représenter. [...] Ces considérations nous conduisent à faire porter l'effort de vérification sur la compréhension de l'idée expérimentale beaucoup plus que sur son extension. » (Thèse, p. 112). Une illustration se trouve dans l'utilisation du modèle parabolique de réponse du rendement des cultures à des doses croissantes d'apport d'engrais azotés : c'est l'analyse de ses conséquences qui en montre l'inadéquation ¹.

Mais, dans des disciplines comme l'agronomie, l'hétérogénéité des objets, la difficulté à les définir précisément nécessite de compter sur les convergences. Il rappelle alors une idée de MEYERSON (1927), selon laquelle « certains phénomènes sont tels que l'on ne peut extraire la fibre "cause-effet" de la masse qui l'entoure » (Thèse, p. 114). Et S. Hénin de conclure que cela est « gros de conséquences » car « si en effet la convergence permet de vérifier l'existence d'un concept, inversement, là où l'on observe une convergence, on est en droit de supposer l'existence d'un concept. Du point de vue méthodologie ce résultat est remarquable car il invite à simplifier le matériel expérimental préparant la formation du concept ou l'interprétation de l'hypothèse qui montrera l'unité des phénomènes disparates. » (Thèse, p. 116).

S. Hénin accorde une grande importance à la question des dénombrements entiers, le quatrième principe de Descartes, bien « qu'il manque hélas toujours la preuve que l'extension et la compréhension de l'expérience sont suffisantes » (Thèse, p. 122). C'est particulièrement dans l'observation, qu'il réhabilite, que ce quatrième principe est important. C'est lui qui permet à l'observateur d'obtenir « un tableau fouillé de son domaine d'observation » (HÉNIN, 1959). Cela permet d'établir des classifications, on dirait aujourd'hui aussi des typologies, et de faire une place au qualitatif (cf. « Les méthodes pour poser et résoudre les problèmes agricoles », ci-après), essentiel pour « l'étude des phénomènes se présentant dans un milieu complexe, c'est-à-dire dépendant de nombreux facteurs plus ou moins contrôlables » (HÉNIN, 1959), ce qui est le cas des problèmes agronomiques. On sait l'aide qu'apportent aujourd'hui les méthodes mathématiques en ce domaine ². Cependant,

¹ HÉNIN et SEBILLOTTE, 1981.

² La thèse de MANICHON (1982) a largement montré la valeur de l'observation dans une analyse du profil cultural pour établir des classifications, que la mesure de laboratoire confirme, et orienter ainsi la compréhension de la genèse des profils observés, en réduisant la variabilité de mesures faites de manière aléatoire tout en permettant de leur donner un sens. Ce même travail utilise avec succès la régression qualitative.

c'est surtout au cours de discussions que S. Hénin insiste sur ce quatrième principe, pour faire comprendre comment il mène ses recherches ou pour convaincre ses interlocuteurs de l'intérêt des typologies ; c'est, finalement, d'abord l'usage heuristique qu'il souligne.

Tous ses travaux sur la stabilité de la structure (voir dans le présent ouvrage l'exposé de G. Monnier et J. Boiffin) sont un témoignage convaincant de l'efficacité de ces démarches. J'y apporterai quelques compléments concernant la matière organique du sol (cf. « Illustration », ci-après).

L'emploi du calcul des probabilités comme moyen de décision dans le rejet ou la conservation des hypothèses est également très frappant et constitue une autre dimension importante des méthodes. On ne peut, à la suite de ces rappels, s'empêcher de penser à toutes les expérimentations pour lesquelles l'idée dominante n'est, une fois faite l'analyse de la démarche, que la recherche d'une stabilité de nature corrélative. Ne dit-on pas : « Il faut répéter plusieurs années pour être sûr ». La connaissance est bien vue comme une décision par S. Hénin, mais que l'on a justement tout fait pour rendre objective.

On doit se poser la question de savoir ce qu'il y a de nouveau ? Certains pourraient répondre que l'essentiel avait déjà été dit. Pourtant, ce qui est radicalement neuf – j'entends par là qu'il n'est pas possible de trouver une telle synthèse à l'époque¹ –, c'est de dégager l'ensemble du corps de règles minimales pour la production des connaissances dans le domaine des sciences complexes. S. Hénin peut ainsi comparer et les conceptions classiques et ses conceptions (Thèse, p. 119), qui « reviennent à distinguer dans l'élaboration de la connaissance les étapes suivantes :

- formation des concepts au cours de l'action,
- constatation portant sur le phénomène ainsi conceptualisé et vérification par l'observation,
- analyse proprement dite, c'est-à-dire, comparaison des hypothèses avec les faits par l'expérience.

Cette opération de comparaison conduit à la vérification, elle comprend :

- la vérification de l'hypothèse dans tous les cas différents envisagés a priori,
- la formation du champ des hypothèses, c'est-à-dire l'invention de toutes les hypothèses susceptibles d'expliquer le phénomène et leur comparaison aux faits. »

L'examen de nombre de travaux de recherche publiés à l'époque souligne cruellement les manques méthodologiques, qui ne sont pas du tout compensés par l'introduction balbutiante de l'outil statistique (encore souvent mal compris). Que de travaux sans souci de définition sérieuse des objets, des traitements expérimentaux, d'une réflexion sur la notion de répétition, sur l'intérêt d'un témoin, sur le jeu des interactions (Thèse, p. 92). La référence à Claude Bernard, assez fréquente dans les discours, sert bien souvent d'alibi !

S. Hénin a ainsi le courage de commencer à forger, pour un domaine de recherche qui en manque dangereusement, des bases méthodologiques et de justifier cette nécessité. Plus profondément, c'est de la crédibilité des sciences du complexe qu'il discute.

¹ Il y aura, mais nettement plus tard, les ouvrages de LECLERCQ, par exemple le « Guide théorique et pratique de la recherche expérimentale » (1957), que S. Hénin lira mais qui n'a pas les mêmes ambitions, tout en étant d'un réel intérêt.

Les méthodes pour poser et résoudre des problèmes agricoles

Devant aboutir à l'action, S. Hénin est avant tout préoccupé de rechercher les facteurs limitants, ce qui structure alors la démarche de diagnostic. C'est à partir d'une discussion de la formule généralisée de Mitscherlich, très prisee à l'époque, qu'il dira : « *Ainsi apparaît la notion de dominance d'un facteur* » (HÉNIN, 1959), reprenant les arguments développés dans sa thèse de philosophie (HÉNIN, 1944). Ceci le conduira à insister constamment sur les risques de confusion d'effet et donc sur la nécessité de faire des observations indépendantes des facteurs dont on sait possible l'influence. Il en résulte, par exemple, des consignes relativement strictes dans l'observation du profil cultural et dans les rapprochements de symptômes pour établir un syndrome.

Sous une autre forme, c'est le souci très fortement exprimé dans sa thèse de philosophie, constamment sous-jacent ailleurs, de la définition des objets d'étude, de la possibilité de leur appliquer les connaissances disponibles, et de la détermination du domaine d'extrapolation acceptable des résultats des expérimentations. On retrouve le souci, déjà souligné, d'« *éliminer [...] les pseudo-facteurs* ».

Une note, en 1956, avec P. Fromont (qui est économiste), illustre fort bien cette attitude (FROMONT et HÉNIN, 1956). Il s'agit de comparer les consommations en engrais en France et dans les pays voisins du Nord. Les auteurs partent de la notion de potentialité, de l'idée que les disponibilités en eau sont le facteur limitant dominant et utilisent les résultats de la thèse de Turc, considérant que le « modèle » de raisonnement doit être que les agriculteurs apportent les engrais nécessaires aux besoins des cultures. Ils postulent ainsi que, dans les circonstances de l'époque, si les apports d'engrais ne sont pas supérieurs, c'est parce que ça ne servirait à rien et que s'il y a d'autres facteurs limitants ils apparaîtront dans l'analyse des cas de distorsion au modèle. Leur travail aboutit à un ensemble d'explications cohérentes et ils en concluent que toutes les comparaisons d'agricultures dans le monde devraient s'inspirer de cette approche. On peut discuter tel ou tel point de ce travail mais, à y regarder de près, quelle richesse dans un domaine où la comparaison classique ne peut produire que des banalités ou des conclusions erronées.

A des objets complexes, il faut ainsi des méthodes adaptées. « *Toute modification apportée à un système de culture, à un assolement, ou même à une technique culturale, doit être pesée par les conséquences qu'elle peut avoir sur des phénomènes à première vue indépendants de son objet. C'est un des avantages du concept de profil cultural de ne pas esquiver ces interactions ni d'en préjuger.* » (*Le profil cultural*, 1960, p. 318).

L'idée de système est bien présente mais gouvernée par l'action, si je puis dire, ce qui entraîne la nécessité de déterminer ce que l'on va négliger ! S. Hénin écrit dans sa thèse (1944, p. 63) : « *Que demande, en effet, la pratique ? De pouvoir s'engager dans une voie donnée et d'y risquer un enjeu, par exemple des capitaux, avec le maximum de chances de réussir. Sans le recours de l'analyse scientifique, le praticien est réduit à son intuition, à son flair, c'est-à-dire à cette connaissance inconsciente qu'il a pu acquérir au contact des faits et qui n'est au fond elle aussi que le résultat d'une analyse.* »

Ce souci de méthode face à des systèmes complexes le conduit à insister sur la distinction entre facteur et condition, qu'il reprend de MEYERSON (1927). Ces deux notions sont capitales car elles traduisent des lois d'action différentes et entraînent

une autre organisation des schémas théoriques. Dans le diagnostic comme dans l'action, leur prise en considération est une garantie de validité. Que d'erreurs seraient évitées, encore aujourd'hui, dans la conduite des cultures si on différenciait, de ce point de vue, les actes techniques selon qu'ils portent sur des facteurs ou des conditions, si on en tenait compte lorsque l'on parle d'évaluer les risques.

S. Hénin utilisera à de multiples reprises la notion de bilan, de sa publication avec M. Dupuis (HÉNIN et DUPUIS, 1945) sur le bilan de la matière organique du sol à son bilan de l'azote à l'échelle de la France entière (HÉNIN, 1980). Il dit : « *La très modeste notion de bilan, par exemple, qui de toute évidence devrait être un guide sûr tant pour l'interprétation des données de l'expérience que pour la prévision est déjà d'une application extraordinairement compliquée. En effet, les éléments qui rentrent en ligne de compte se présentent sous des formes si variées qu'on ne peut les considérer comme équivalentes dans la balance des gains et des pertes ; or, aucune méthode ne nous permet actuellement de leur assigner un coefficient d'équivalence précis.* » (HÉNIN, 1961). Plus tard, il contribuera beaucoup à la diffusion de la méthode du bilan prévisionnel de la fertilisation azotée par l'Inra et l'ITCF.

La nécessité d'agir, jointe à l'hétérogénéité du milieu, conduit S. Hénin à plaider droit de cité scientifique au qualitatif, et donc pour partie à l'observation visuelle (HÉNIN, 1959). Cela l'amène à discuter, à plusieurs reprises, des questions de classification. Elles doivent reposer sur des principes de « *coordination* » (HÉNIN, 1957 a) et alors elle servent à cerner les objets tout en fournissant des clefs d'extrapolation. Muni de la classification pédogénétique, il ira plus loin en montrant, à propos du calcul de l'écartement des drains, que si l'on aboutit au même résultat pratique à partir d'une formule théorique ou d'une méthode purement empirique, complétée par des jugements sur des réalisations dans des milieux identiques, il n'y a pas de raison de rejeter ces « *procédés d'apparence moins élégante puisqu'ils ne font pas intervenir le mécanisme intime du phénomène* » (HÉNIN, 1959 ; Thèse, 1944).

La question de la prise de décision proprement dite ne sera pas vraiment abordée par S. Hénin :

– soit parce qu'implicitement elle est déjà résolue, c'est le cas du calcul de l'écartement des drains : si celui-ci est entrepris c'est, très généralement, que la décision de drainer est déjà acquise ;

– soit parce que, bien que son importance soit largement reconnue ¹, elle lui semble sortir du champ de l'agronomie, ce qui prête beaucoup plus à discussion aujourd'hui ². Néanmoins, des travaux auront lieu sur la programmation linéaire appliquée au domaine agronomique, mais sans lendemain immédiat (HÉNIN et FRAIGNEAUD, 1960).

Illustration

Le thème de l'humus permet d'illustrer l'intérêt des réflexions méthodologiques sur la production des connaissances. En voici quelques aspects.

Lorsqu'en 1945, avec M. Dupuis, S. Hénin publie un « *Essai de bilan de la matière organique du sol* » (HÉNIN et DUPUIS, 1945), c'est parce que, entre autres,

¹ En témoignent les discussions dans le cadre de la commission qu'il présidait au sein de l'ITCF sur le travail du sol : « *Par exemple qui devait prendre la décision de la date d'application d'un traitement expérimental, le chercheur avec sa théorie ou quelqu'un simulant l'agriculteur ?* ».

² Cf. SEBILLOTTE, 1990, a et b.

BARBIER (1943) venait de montrer que l'évolution de l'agriculture entraînait l'appauvrissement en matière organique des sols. « *Il est donc capital de disposer des données nécessaires pour orienter les exploitations agricoles vers des systèmes de culture conservatifs* » de la matières organique. Mais la nature même de la question, parce qu'elle nécessiterait des expériences nombreuses et de longue durée, impose la méthode de travail : « *Nous avons regroupé les résultats de diverses expériences, en utilisant une relation mathématique basée sur quelques hypothèses simples* » dit le mémoire de 1945. C'est donc une démarche de modélisation.

Mais, pour écrire un bilan, il faut savoir précisément à quel système on s'adresse. Le premier calcul concerne l'ensemble des matières organiques « *considéré actuellement comme humus [...] étant donné les échecs auxquels ont abouti les tentatives de séparation. Mais, dans l'esprit des Agronomes, au mot humus doit correspondre une propriété un peu plus caractéristique que le fait d'être matière organique et de se trouver dans le sol* », d'où la recherche de nouvelles méthodes de séparation par la voie physique (densimétrie) avec l'idée « *de différencier deux formes d'humus en distinguant les matières organiques liées et non liées aux éléments minéraux* » (HÉNIN et TURC, 1949). On est typiquement, ici, dans le domaine des définitions de chose d'un concept, suffisantes, par exemple, pour tester le modèle de 1945.

En 1958, pour mettre de l'ordre dans ce qu'il appellera « *une véritable mystique de l'humus* », S. Hénin revient sur cette définition de chose en soulignant son caractère global alors « *qu'il s'agit d'un groupe de substances* ». Cependant, « *malgré le caractère très vague définissant ce groupe de substances, le concept est parfaitement valable car il permet de le considérer comme un constituant permanent des sols susceptible de leur conférer des propriétés particulières* ». Il conteste, de ce fait, la proposition de Waksman de supprimer ce mot à cause de la difficulté à en donner une définition par l'analyse chimique, car « *il est incontestable que les deux concepts, éléments à évolution facile et éléments résistant à l'évolution, sont absolument fondamentaux* ». Cette position traduit ainsi la prise au sérieux de la possibilité, pour l'agronome, de faire des prévisions de propriétés ou de comportements à partir des teneurs du sol en humus, le bilan permettant, en outre, de relier les teneurs aux systèmes de culture. L'agronome a ainsi, en principe, tous les maillons nécessaires au diagnostic ou à l'action.

Pourtant, cette approche globale s'avère insuffisante si l'on veut améliorer la prédiction de plusieurs des effets et sa précision. Cependant, nous dit S. Hénin, « *si l'on veut attribuer à cette fraction de la matière organique du sol des propriétés plus précises il importe de le justifier par des méthodes complémentaires* ». Pour passer à une définition de nom du concept « *il faut étudier les propriétés les plus générales des produits isolés de l'humus* » et il dresse une liste de plusieurs axes de recherche possibles, orientés par « *l'aspect fonctionnel de l'humus* » (HÉNIN, 1958 a). Tant que ces recherches n'auront pas abouti il sera « *raisonnable* » sur le plan de la production des connaissances de s'en tenir à la définition globale.

Quelques années après la publication de 1945 sur le bilan, MOREL *et al.* (1954), appliquant leur méthode sur un essai de très longue durée, produisent des valeurs nettement plus faibles des coefficients K_2 du modèle. S. Hénin pense qu'il ne s'agit pas d'erreurs expérimentales mais qu'il y a nécessité de revenir sur l'analyse des phénomènes (HÉNIN et TURC, 1957). Il applique son principe selon lequel, face à des résultats, « *la seule attitude scientifique consiste à mettre en cause soit la qualité des mesures, soit le dispositif expérimental, qui peuvent être sources d'erreur, soit enfin*

la représentativité du modèle d'explication » (HÉNIN, 1970 a). Dans ce cas précis, il doit y avoir, selon la nature de ce que l'on définit comme humus, des quantités minéralisées différentes. Cette nature serait fonction de la durée de l'expérimentation et de l'origine des matières organiques décomposées. Ne sachant, à l'époque, en dire plus, HÉNIN et TURC vont réestimer les coefficients du modèle en utilisant de nouvelles données qui imposent une nouvelle méthode de calcul, tout en conservant au coefficient de minéralisation K_2 la même valeur qu'en 1945.

On peut être surpris que, partant de différences sur K_2 , les auteurs s'intéressent d'abord aux variations du coefficient d'humification K_1 (conversion en humus des matériaux enfouis). Ceci est dû à la structure de leurs données qui permet des comparaisons valides surtout dans ce sens et au fait que leur souci est non seulement de réfléchir sur le problème soulevé, mais de mettre à la disposition des techniciens un outil de travail. Ils vont donc proposer de considérer une teneur à l'équilibre, c'est-à-dire sur une longue période d'application d'un même système de culture, et d'en faire un objectif pour construire de nouveaux systèmes plus conservatifs ou améliorateurs. La formule du bilan fournit cette teneur comme une fonction du rapport des deux coefficients ; on comprend mieux alors leur démarche.

On retrouve dans cette note ce souci constant de lutter contre le caractère illusoire du calcul lorsque « la précision des mesures permet difficilement d'évaluer avec exactitude la valeur des divers coefficients » ou lorsque l'on ne sait pas par quelle formule mathématique traduire les différentes voies d'évolution de la matière organique : « Nous préférons des formules mathématiques simples [...] en introduisant des coefficients adaptés aux circonstances expérimentales où ils doivent être appliqués. »

Un des problèmes est de séparer les fonctions des matières organiques liées à une teneur de celles résultant principalement de leurs transformations dans le sol. Si les équations pour le calcul du bilan sont celles d'une dynamique, dans un premier temps l'idée est cependant celle de teneurs-seuils en deçà desquelles il serait dangereux de descendre pour la fertilité physique. Dans les travaux sur la stabilité structurale (voir dans le présent ouvrage le texte de G. Monnier et J. Boiffin), on note dès le début le rôle des transformations, par exemple par la mise en évidence des effets des corps microbiens sur cette propriété. Mais, dans l'impossibilité de cerner ces variations à très court pas de temps, donc au moins de pouvoir en dégager un concept avec une définition de chose, S. Hénin préférera, comme toujours, s'en tenir à la quantité globale d'humus déterminable par les analyses. D'une certaine manière et à cette époque, les rôles de la dynamique seront négligés, sans pour autant être méconnus, comme le rappellent ces deux phrases du *Profil cultural* (1960, p. 273) : « Il ne suffit pas d'apporter des matières organiques à un sol pour accroître la stabilité de sa structure. Il est nécessaire que ce matériel évolue et se fixe sur la partie minérale. » D'ailleurs, à la suite de la présentation de sa note de 1958 (a) à l'Académie d'agriculture une discussion, comme on en souhaiterait beaucoup, s'instaure entre autres avec G. Barbier qui, après avoir dit son accord avec la note, pense qu'il est nécessaire d'insister sur les propriétés liées à l'évolution de ces matières. Il conclut : « Le niveau d'accumulation de l'humus en régime stationnaire est d'autant plus bas que les conditions physico-chimiques sont plus favorables à l'évolution et à la minéralisation de la matière organique. On ne saurait en conclure que, corrélativement, la fertilité du sol diminue. Il est clair que l'activité biologique du sol se mesure à la quantité de matières organiques consommées par unité de temps et non à la quantité de matière organique que le sol renferme actuellement. » En tout

état de cause, la définition de l'humus pour l'agronome isole une fraction des matières organiques du sol à très faible vitesse d'évolution.

Concernant la stabilité structurale, MONNIER (1965) montrera clairement le rôle de ce qu'il appellera les produits transitoires.

Trois remarques pour terminer cette illustration. La première concerne l'un des enseignements de S. Hénin. C'est le principe de cohérence des méthodes de travail, des niveaux d'échelle d'espace et des pas de temps où l'on pose les problèmes et où l'on souhaite trouver des réponses. L'ensemble de ces travaux, et de ceux qu'il encouragera sur l'azote et la fertilisation azotée, en montre pleinement le bien-fondé et l'efficacité.

La deuxième est en forme de question et vise le niveau d'organisation du système de culture et le rôle que S. Hénin a accordé dans ses réflexions méthodologiques aux typologies. Peut-on espérer trouver des définitions de l'humus qui permettent de meilleures prévisions à ce niveau des comportements du sol, compte tenu des aléas climatiques ?

La troisième remarque concerne la permanence du « mythe » de l'humus et la valorisation, au sens de BACHELARD (1938), de l'humus et du fumier, alors que précisément la possibilité d'établir un bilan met, si je puis dire, toutes les matières organiques sur le même pied, seul le rendement de la transformation change. Cela nous renvoie aux problèmes de la transmission des connaissances, aussi bien chez les scientifiques que vis-à-vis des autres acteurs sociaux ¹.

Epistémologie et formation

Le profil épistémologique de S. Hénin

Ma perspective est, maintenant, de réfléchir sur ce que je crois être le socle de l'œuvre de S. Hénin et de la façon dont il a réagi aux événements qui ont jalonné sa vie. Cela nous entraînera à nouveau vers les modalités de la construction de la science et les problèmes posés par l'action, mais avec un autre point de vue, susceptible d'utilisation pour la formation des chercheurs et des ingénieurs.

S. Hénin et l'épistémologie

C'est bien à partir de l'agronomie que S. Hénin réfléchit mais ses interrogations sont plus générales. Ainsi il écrit dans sa thèse (1944) : « *Nous nous sommes proposé d'étudier la marche de la recherche en Agronomie, les conditions d'établissement des résultats, leur vérification et leur mise en œuvre* » (p. 10). Mais il ne voit au choix de l'agronomie, en dehors du fait qu'il y travaille depuis dix ans, que deux raisons pour la différencier des autres sciences : son « *ultracomplexité* » et le fait que « *le chercheur n'y progresse que lentement comme sur un film au ralenti (ce qui permet d'espérer) mieux suivre le mécanisme de la recherche* » (p. 10-11).

S. Hénin a donc bien toujours en arrière-plan une préoccupation d'épistémologie, c'est-à-dire, pour reprendre la définition de BLANCKAERT (1987), une « *théorie de la pratique théorique des sciences* ».

S. Hénin utilise aussi l'histoire de l'agronomie dans l'optique où un Canguilhem, à la suite de Bachelard, en traite à propos des sciences de la vie. Mais l'histoire des

¹ Cf. SEBILLOTTE et GODARD, 1990.

sciences peut être envisagée selon deux images. Soit celle d'une « *bibliothèque idéale* » (CANGUILHEM, 1977), soit celle de l'évolution des espèces. Il y a en effet des discontinuités radicales, les « *ruptures épistémologiques* » de BACHELARD (1949). Le rôle de l'épistémologie est d'apprendre à lire le passé d'une science, de travailler par récurrence. Un exemple de ce travail chez S. Hénin se trouve dans sa note sur l'interprétation du fait expérimental en agronomie (HÉNIN, 1960). Il se sert des concepts et des règles de validation (au sens le plus général) de la science actuelle pour remonter dans le temps ¹ et détecter ces moments où l'on ne peut plus admettre que les auteurs scientifiques se référaient au même contenu, aux mêmes règles ; il y a alors rupture épistémologique (CANGUILHEM, 1970, p. 20).

S. Hénin utilise de nombreux travaux de philosophie des sciences. Parmi ceux de Bachelard, qui occupe une place particulière, il faut citer « La formation de l'esprit scientifique », dont le sous-titre est « Essai de psychanalyse de la connaissance objective ». HÉNIN (1960) écrit : « *Ce n'est donc pas seulement la méthode qui a permis l'acquisition de nos connaissances, pas même d'ailleurs que l'évolution de la pensée philosophique. Nos progrès sont attribuables en partie à ceux des disciplines de base, de la chimie en particulier, mais surtout à une victoire de l'homme sur lui-même lui ayant permis de surmonter ce que nous appellerons avec Bachelard l'obstacle épistémologique.* » Il en est de même pour « La philosophie du non », dans laquelle BACHELARD (1940) suggère la notion de profil épistémologique qu'il applique aux divers concepts de masse qui jalonnent l'histoire de la physique, montrant comment on passe du réalisme de l'expérience première (qui aboutit à un « *concept-obstacle* ») au rationalisme discursif contemporain (p. 19 à 40). S. Hénin, lorsqu'il présente, en 1958, ses « *Réflexion sur la valeur de la connaissance empirique* » à l'Académie d'agriculture, évoque ce chapitre de « La philosophie du non » et ajoute que « *ce travail serait probablement très précieux s'il était appliqué aux concepts utilisés en agriculture* » (HÉNIN, 1958 b).

Il ne faudrait pas conclure de cet intérêt pour la philosophie de la connaissance que S. Hénin s'en remet totalement aux philosophes. Il leur reproche même leurs travaux insuffisamment opératoires et heuristiques. Il dit : « *Dans son étude critique le philosophe doit suivre un plan. Ce plan il l'établit de diverses sortes, mais il correspond rarement à la marche de l'investigation. L'une des causes du succès d'un ouvrage comme "L'introduction à l'étude de la médecine expérimentale" est probablement qu'il suit pas à pas le travail du chercheur.* » (Thèse, 1944, p. 21) ^{2, 3}.

¹ Alors même que l'exposé suit un ordre chronologique !

² S. Hénin est influencé par C. Bernard et il ne le citera pas moins de dix fois dans sa thèse, entre autres : « *Je pense quant à moi que les savants font leurs découvertes, leurs théories et leur science sans les philosophes* » (Thèse, p. 5) ! On lira avec profit « Claude Bernard. La révolution physiologique » de PROCHANITZ (1990), ouvrage qui éclaire bien des aspects du cheminement de S. Hénin en agronomie, science au moins aussi complexe et aussi peu avancée que la physiologie au temps de C. Bernard.

³ Le débat existe de savoir qui, du scientifique ou de l'épistémologue de métier, doit faire l'histoire des sciences, l'épistémologie ? (cf. par exemple, CANGUILHEM, 1977, p. 16). Il faut noter cependant que sa réalisation exige une compétence spécifique. EINSTEIN, qui s'est beaucoup penché sur ces questions, écrivait (1936) : « *A l'heure actuelle, par conséquent, où l'expérience nous force à chercher une base plus neuve et plus solide, le physicien ne peut plus abandonner tout simplement au philosophe l'examen critique des fondements théoriques [...]. En cherchant une nouvelle base, il doit s'efforcer de se rendre parfaitement compte jusqu'à quel point les concepts dont il se sert sont justifiés et nécessaires* » (p. 20-21), et plus loin : « *Le manque d'exactitude qui, du point de vue de la signification empirique, est attaché à la*

S. Hénin, je l'ai déjà évoqué, se pose la question de la formation : « *Devrions-nous réhabiliter, à côté des spécialistes, l'homme aux connaissances générales, l'homme de synthèse ?* » (HÉNIN, 1961) ; comment éviter le jeu des mots qu'il illustre par un développement sur les notions « *de terre chaude et de terre froide* » qui entraîne non un « *raisonnement mais une argumentation* » pour justifier des pratiques culturelles (HÉNIN, 1958 b) ; comment, ayant reconnu le rôle de la théorie, éviter les erreurs qu'entraînerait l'établissement « *entre les faits de fausses analogies basées sur des concepts a priori* » (HÉNIN, 1960).

Une question de méthode : la place de l'imagination dans la création scientifique

J'ai déjà souligné ce sentiment très fort chez S. Hénin de la fragilité des constructions purement théorique ; il indique ailleurs (HÉNIN, 1959) le rôle de la formation dans le choix, en apparence tout simple, d'une méthode de calcul de l'écartement des drains et cite à ce sujet une remarque de L. de Broglie sur le rôle de l'esthétique dans le choix de certaines solutions en microphysique, sans compter l'imagination de chacun. Pour aborder ces problèmes, les données classiques de l'épistémologie sont insuffisantes.

S. Hénin a toujours pris, plus que la biologie, la physique comme modèle : « *Enfant, l'application des mathématiques aux phénomènes me semblait merveilleuse* » (comm. pers.). Mais cette science très élaborée, au regard de l'agronomie, donne trop souvent à penser, tout particulièrement dans l'enseignement, que les chemins de la découverte sont comme évidents, codifiés. Or S. Hénin insiste à de multiples reprises sur le côté psychologique, « *le propre de l'individu, qui amène le chercheur à une position globale sans la justifier, à son intime conviction* ». Il dit encore : « *J'ai une vue globale de la réalité et des mécanismes qui peuvent présider à l'évolution des choses* » et de distinguer dans la production des connaissances « *la vision esthétique (hédonique et ludique), les données sur lesquelles on prendra une décision et la valeur heuristique de la rêverie* » (comm. pers.). Cet aspect de l'homme de science me semble essentiel. Mais peut-on l'aborder sans être taxé par exemple de « *psychologisme* » ? C'est ici que les travaux de Holton, titulaire d'une chaire de physique et d'une chaire d'histoire de la physique à Harvard, sur l'imagination scientifique et, entre autres, son long « *dialogue* » avec Einstein viennent à mon secours. Je pourrai ainsi aller plus loin et porter un dernier regard sur l'œuvre de S. Hénin.

Dans son ouvrage sur « *L'imagination scientifique* », HOLTON (1981) s'efforce d'apporter des réponses dans le domaine de la physique. Il fait remarquer que, lorsque l'on procède à l'étude d'un produit du travail scientifique, cette étude porte sur un événement (E) dont on peut distinguer au moins huit aspects, chacun correspondant à un type de problématique différent. Ces aspects vont du contenu

notion de temps dans la mécanique classique était masqué par la représentation axiomatique de l'espace et du temps comme choses existant indépendamment de nos sens. Une telle "substantialisation" (émancipation) n'est pas nécessairement dommageable à la science. Mais il est facile de commettre l'erreur de considérer de tels concepts, dont on a oublié l'origine, comme nécessaires à toute pensée, et par là même immuables, et ceci peut constituer un danger sérieux pour le progrès de la science. » (p. 35). Récemment, R. Thom écrit encore : « *L'apprenti philosophe que je suis retire de cette rencontre une leçon d'humilité. On s'imagine, tout fier de ses connaissances techniques, qu'on a découvert une idée originale en Philosophie.* » (Préface à LARGEAULT, 1985).

scientifique à l'analyse logique de l'œuvre étudiée en passant, entre autres, par la trajectoire des connaissances scientifiques communes (la science « publique ») dont l'événement (E) devient un point. Mais il retient aussi comme aspects d'une part « le côté personnel, plus éphémère, de l'activité dans laquelle (E) vient s'insérer »¹ et d'autre part « la trajectoire dans le temps de cette activité scientifique, "privée" en large mesure [...] les continuités et les discontinuités de l'évolution personnelle [...] la science en gestation telle qu'elle ressort du vécu personnel du scientifique lui-même, aux prises avec ses difficultés.[...] L'événement (E) au moment t apparaît dès lors comme l'intersection de deux trajectoires (celle de) la « science publique » (et celle de) "la science privée" » (p. 23).

Holton se pose alors deux questions :

– « Qu'y a-t-il d'invariant dans la théorie et la pratique scientifiques en perpétuelle mouvance ?

– A quoi tient-il que, dans leur for intérieur, les scientifiques n'admettent souvent pas de dichotomie entre le contexte de vérification et celui de découverte, tout en se rangeant, ouvertement, à une telle distinction ? » (p. 26).

Pour traiter de ces questions, Holton propose l'analyse thématique et précise : « Dans nombre de concepts, de méthodes, et d'hypothèses ou de propositions scientifiques, (voire dans la plupart), passés ou actuels, on trouve des éléments faisant fonction de *themata*, servant de contrainte, ou de stimulant, pour l'individu, déterminant parfois une orientation, une norme, ou une polarisation au sein de la communauté scientifique. » (p. 27).

Holton utilise la représentation graphique que dessine Einstein dans une lettre à Solovine, qui traduit en français l'article dont sont extraites les premières citations empruntées à cet auteur. Solovine n'est pas sûr de comprendre les explications d'Einstein sur l'élaboration théorique contenue dans cet article. Voici ce schéma (fig. 1) retravaillé par Holton qui l'érige en instrument d'investigation (p. 224-271).

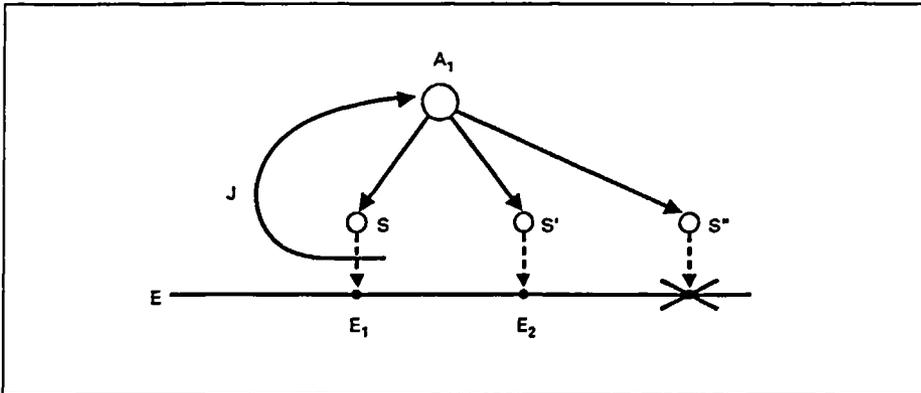


Figure 1.

¹ Holton note que l'on trouve peu de documents sur cet aspect : « Le mode de publication, les réunions, la sélection et la formation des jeunes chercheurs sont conçus pour restreindre au minimum la prise en considération de cette composante [...]. De plus, la contradiction, apparaissant entre la nature fréquemment "illogique" de la découverte proprement dite et le caractère logique des concepts physiques pleinement constitués, est ressentie par certains comme portant atteinte aux fondements mêmes de la science et de la rationalité. » (p. 22).

Les (E), les faits bruts, les expériences, nous sont donnés.

Les (A) sont les axiomes dont nous tirons les conclusions ; « *psychologiquement, ces (A) reposent sur (les) (E)* », note Einstein.

Les déductions (S) des (A) par voie logique, déductions qui peuvent prétendre à l'exactitude. Les (S) sont mises en rapport avec les (E), épreuves de l'expérience. C'est le premier critère d'une bonne théorie, la validation externe.

Le saut (J) « *représente le moment capital d'essor de l'imaginaire* » (p. 234). Cette courbe (J) recouvre, comme y insiste Einstein à de nombreuses reprises dans ses écrits, deux discontinuités d'ordre logique (p. 236-238) :

– « *Nous nous disposons au saut, aboutissant aux (A) en nous attachant à "certains complexes de perceptions sensorielles qui se répètent", et auxquels nous allons coordonner "un concept" [...]. Mais la démarche par laquelle nous dégageons ce concept ne relève d'aucun impératif logique et procède, en fait, "arbitrairement"* ».

– la deuxième discontinuité d'ordre logique survient « *dans le rapport qu'il convient d'établir entre concepts, lorsqu'ils sont mis en œuvre de concert, pour constituer un système d'axiomes* ».

Deux contraintes s'exercent sur cette production de concept et l'empêchent de partir à la dérive : les définitions que l'on donne des termes abstraits et les exigences einsteiniennes d'austérité et de simplicité (p. 240-241).

L'élaboration théorique se réalise ainsi selon le schéma :

$$E \longrightarrow J \longrightarrow A \longrightarrow S \longrightarrow E$$

Mais, même si l'observation est corroborée, Einstein sait bien que pour autant la théorie n'est pas forcément juste. Parmi trois raisons, il insiste sur la question de l'interprétation des données, la difficulté de l'observation et la qualité des dispositifs expérimentaux ¹.

A l'issue de ces réflexions, Holton (op. cit., p. 261) propose la conclusion suivante : « *Si tout suit son cours normalement, le développement de la théorie l'amènera à une forme canonique stable. Lorsqu'elle parvient dans les manuels, c'est d'ordinaire sous une forme refondue, dans le moule d'un schème pédagogique qui se caractérise par un nouvel agencement, tendant à mettre en évidence une structure axiomatique, et à occulter tout indice de la phase spéculative, qui avait constitué la raison d'être de la théorie, et fait sa spécificité, dans un premier stade. Tout particulièrement le manuel tendra à occulter la phase (J), comme si elle faisait scandale.* » Au cours de l'histoire, on commencera ainsi par représenter la théorie selon le schéma 2 a pour aboutir finalement à 2 b (fig. 2), ayant gommé tout ce qui pourra rappeler son élaboration.

Revenons à ce qui se passe dans le saut (J). Le chercheur n'a pas « *latitude d'effectuer un saut quelconque* » (p. 265), ne serait-ce que parce qu'il devra ensuite soumettre ses déductions à des tests, mais de manière plus forte parce que, pour qu'il discerne dans l'ensemble des faits les (E) qu'il considérera comme devant être

¹ Dans une conversation rapportée par Heisenberg, Einstein dit : « *C'est que, voyez-vous, l'observation est en général un processus compliqué. L'effet qu'il s'agit d'observer produit toutes sortes d'événements dans notre dispositif de mesure. Il s'ensuit que des effets ultérieurs surviennent alors dans ce dispositif, aboutissant, par des voies détournées, à la production de l'impression sensorielle et à la fixation du résultat dans notre conscience. C'est sur l'ensemble de ce parcours, de l'effet (initial) jusqu'à la fixation dans notre conscience, qu'il nous faut savoir comment fonctionne la nature, et connaître (d'un point de vue pratique à tout le moins) les lois de la nature, si nous entendons soutenir que nous avons observé quelque chose.* » in Holton, op. cit., p. 247.

privilegiés, il lui faut « *des idées préconçues* » (Einstein, in Holton, p. 265). Mais, entendons bien, il s'agit de conceptions générales, nécessaires pour penser, « *invérifiables, irréfutables, sans être pour autant arbitraires* ». C'est ce que Holton nomme les *themata* dont il montre, sur de nombreux exemples, l'intervention dans la pensée scientifique.

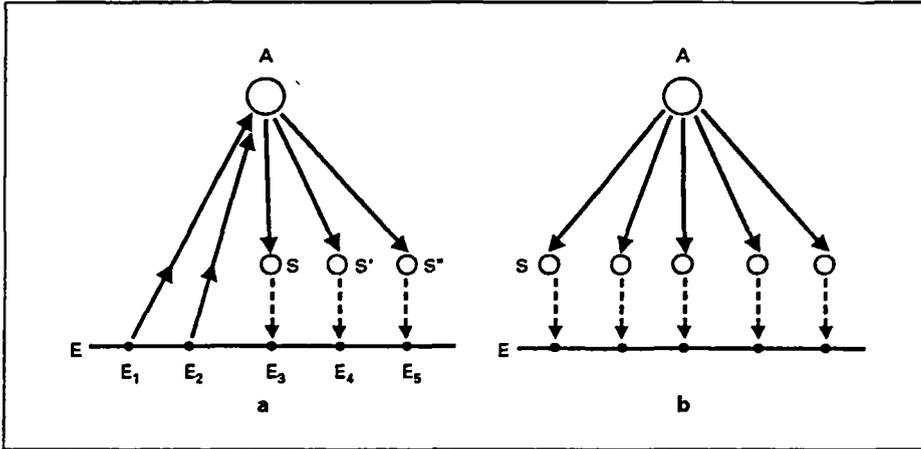


Figure 2.

Dans le schéma 1, ces *themata* se situent sur l'arc (J) et permettent de comprendre les choix opérés au niveau de (A) et pourquoi, dans des cas précis, Einstein, par exemple, « *s'obstinerait dans une voie donnée, alors même que l'éventualité de la soumettre au contrôle de l'expérience s'annonçait difficile, voire impossible* »¹. On a le schéma de la figure 3.

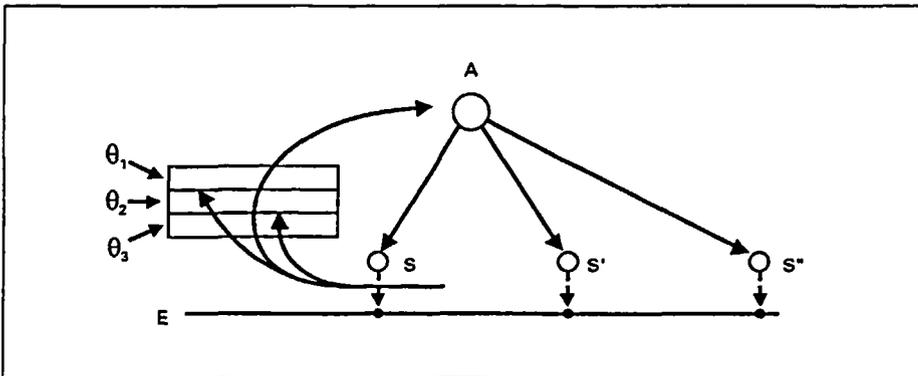


Figure 3.

¹ Voir le débat actuel en mathématiques sur les travaux des chercheurs ayant eu une médaille Fields en 1990. Leurs recherches sont très influencées par la physique mais du coup plusieurs d'entre elles relèvent de l'intuition sans possibilité de vérification expérimentale avant longtemps (KANTOR, 1990).

Le profil épistémologique de S. Hénin : intérêt pour la formation

Il est maintenant possible de revenir à l'œuvre de S. Hénin. D'abord, et quitte à le faire rougir, j'ai repéré de nombreuses similitudes avec les réflexions de Einstein. Cela, on en conviendra, exigeait ce détour pour éviter une comparaison qui paraîtrait incongrue, strictement flateuse pour la circonstance. C'est bien par le biais d'une méthode, celle de Holton, que je puis faire ce rapprochement.

Dégager les *themata* n'est pas chose facile. Cependant, je crois pouvoir retenir les points suivants, qui me semblent avoir été constamment présents et actifs.

- Le primat du théorique au sens de toujours se référer à une organisation des connaissances visant à bâtir une théorie. Sous une autre forme, l'idée expérimentale est une construction de type théorique dont on dérive les hypothèses à tester par l'expérience. Trois conclusions se dégagent : « *Le succès de la recherche n'est pas lié à tel ou tel protocole, mais au choix des objets mis en expérience et à la façon dont on aborde l'étude du phénomène.* » (HÉNIN, 1960) ; on n'a pas le droit de dire que l'on ne croit pas à tel résultat, il faut dire qu'il ne paraît pas compatible avec ce que l'on sait pour telle et telle raison ; S. Hénin a une préférence pour le schéma rationnel comme méthode.

- L'unité des explications fondamentales des phénomènes. Ceci a déjà été évoqué à propos de la convergence des faits : « *L'apparence infiniment variée des événements cache leur unité profonde.* » (HÉNIN, 1960) ¹. Voici encore une phrase très explicite : « *D'ailleurs le résultat en soi n'a que peu d'importance, ce qui compte c'est de le rattacher à une théorie plus générale.* » (Thèse, p. 116 ; cf. aussi p. 109). Citons enfin l'introduction de son « Cours de physique du sol » : « *Voulant donner à cet enseignement un caractère unitaire j'ai choisi comme modèle général d'explication la théorie capillaire.* » (p. 10). C'est aussi l'occasion de dire un mot sur un champ que je n'ai pas traité, celui de ses travaux sur les argiles et sur la pédologie expérimentale (voir dans le présent ouvrage l'exposé de G. Pédro). La connaissance est globale et il s'agit de dépasser la simulation de certains aspects mineurs d'une hypothèse. Une science expérimentale, comme la pédologie expérimentale, doit se caractériser par la conception d'une série d'expériences et le développement d'une doctrine qui permettent la compréhension de l'ensemble des phénomènes ² (HÉNIN et PÉDRO 1965).

- Les phénomènes ont des causes qui, aux échelles de travail de l'agronome, relèvent du déterminisme selon la définition de Laplace, celui de la physique

¹ Pour « vérifier la science [...] les seuls principes fondamentaux que nous ayons rencontrés sont deux postulats :

– le principe de permanence du monde physique qui implique le déterminisme des phénomènes,

– celui de la cohérence de l'explication » (Thèse, p. 19-20).

² « *If there is one thing, by contrast, which would seem to be attribute of an experimental science, and in particular of the new chapter that is experimental pedology, it is the institution of a series of experiments and the development of a doctrine that allows the understanding of the whole.* » (HÉNIN et PÉDRO, 1965, p. 29). Il écrivait dans sa thèse (p. 96) « *Ce qui différenciera (l'empirisme du technicien) de la recherche pure ou appliquée c'est le caractère systématique des essais entrepris, ayant pour but non pas de satisfaire à un besoin immédiat de la technique, mais à une intelligence générale du phénomène.* »

classique (Thèse, p. 101, 126) ¹. Ceci conduit à s'intéresser aux invariants des systèmes, « à la stabilité du fait telle qu'on la connaît, c'est-à-dire la constance du rapport entre les causes et l'effet, ou, autrement dit, l'identité de structure du phénomène et de sa représentation, puisque les causes se résoudre en constituant du phénomène » (Thèse, p. 102).

• Le rôle du langage est central. « Le problème de l'explication revient donc à donner, des êtres rencontrés au cours de nos expériences, une description dans notre langue. C'est une véritable traduction qu'il faut entreprendre. Ou mieux c'est la description des mœurs et coutumes d'êtres étranges dont nous ne connaissons pas le langage. » (Thèse, p. 36).

Cela joue pleinement dans « l'invention de l'idée expérimentale », dans l'« acte de foi » nécessaire pour avancer en science comme dans la vie » (Thèse, p. 117-115).

Mais c'est aussi là que se glissent les valorisations, les obstacles épistémologiques. « Très souvent dans les sciences complexes, les chercheurs passent inconsciemment d'une définition de chose à une définition de nom, probablement parce que cette dernière fait image et constitue un élément plus maniable pour l'esprit, sans se rendre compte que cette opération consiste à légitimer purement et simplement une hypothèse de travail sans passer par la vérification expérimentale. » (Thèse, p. 54-55) ².

• La nécessité de l'expérience, d'une part parce que « la définition des concepts ne fait que traduire les conséquences d'une série d'opérations » (HÉNIN, 1958 b), ce en quoi il rejoint Bachelard comme Einstein, d'autre part parce que c'est un point de départ et d'arrivée dans les sciences naturelles. « C'est bien la méthode générale. Toutes les sciences sont plus ou moins passées par ce stade, [...] (celui de) la mesure. » (Thèse, p. 96).

• La complexité de l'objet de l'agronomie n'est pas, en principe, une impossibilité d'y travailler de manière scientifique. Il faut cependant accepter de retarder le moment de la véritable explication, celui où l'on atteint aux mécanismes. Mais il faut aussi des méthodes spécifiques, comme je l'ai déjà montré, où la convergence des analyses joue un rôle capital. Il constate à cet égard « que le nombre de procédés à notre disposition est très restreint », ce qui rejoint le deuxième point (Thèse, p. 99).

• La nécessité d'un va-et-vient entre la science pure et la pratique, ce qui institue le domaine de la science appliquée et, du coup, engendre un cahier des charges spécifique pour cette production scientifique. Elle doit déboucher sur l'action, et donc les modalités de raisonnement de l'acteur ne peuvent pas être ignorées. Cela impose aussi de créer des méthodes pour détecter les facteurs dominants qui, dans un même univers matériel, varieront selon les objectifs de l'acteur et ses conditions environnementales, au sens le plus général. L'action nécessite des références et des normes, d'où souvent la nécessité de considérer des valeurs moyennes, de regrouper les domaines d'application et de faire des typologies.

¹ Notons qu'aborder cette question du déterminisme aurait une valeur formatrice considérable. Elle donne toujours lieu à d'amples débats. Ceci permettrait d'illustrer les points de vue qu'on peut en avoir dans différentes disciplines et de mieux présenter les implications d'un raisonnement statistique. On peut se reporter à deux ouvrages passionnants : un numéro spécial de la revue « Le débat » (POMIAN, 1990) sur « La querelle du déterminisme », et la publication en 1990 d'un écrit de KOJÈVE datant de 1932.

² Cf. les remarques de Einstein déjà citées et, pour un exemple, S. Hénin (Thèse, p. 96-97) : dans l'histoire de la connaissance de la nitrification, le pseudo-facteur « porosité » a joué un tel rôle d'obstacle épistémologique.

• L'obligation de choisir des échelles appropriées à l'étude d'un phénomène en fonction des hypothèses formulées et des méthodes disponibles. Les exposés de R. Gras, G. Monnier et de G. Pédro, dans le présent ouvrage, en donnent des exemples. La pédologie expérimentale en étant le plus typique puisqu'il fallait reproduire au laboratoire, avec des pas de temps courts, les phénomènes très lents du milieu naturel.

• Le rôle important des mathématiques, entre autres les probabilités et les statistiques, à condition de ne les faire intervenir que dans le cadre d'analyses suffisamment avancées¹. A cela s'ajoute un emploi assez systématique de la notion de modèle, formalisé ou non, comme une typologie. En découle le statut accordé au qualitatif².

Bachelard considère plusieurs profils épistémologiques pour une même personne selon les concepts en cause. Cette idée intéressante est difficile à creuser, bien qu'il semble qu'elle mériterait d'être le support de réflexions pédagogiques en la mettant en rapport avec le type d'obstacle épistémologique sous-jacent.

Rationaliste, S. Hénin l'est incontestablement³. Mais les exigences de l'action entraînent des différences de lecture des événements (E). C'est une incitation très forte pour reprendre, à partir des quelques thémata que j'ai relevés dans l'œuvre de S. Hénin, l'analyse de son œuvre et pour adapter l'outil de Holton au cas des sciences appliquées et en faire, peut-être, un modèle pour la formation⁴.

On peut songer à construire un double schéma (fig. 4) destiné à faire apparaître les connexions qui existent entre les deux types d'activité : production de connaissances scientifiques et production de connaissances pour l'action, en travaillant sur les interactions entre les deux systèmes de pensée⁵.

La seconde partie du schéma 4 correspond à une production de connaissances de type technologique ou méthodologique, directement tournées vers l'action, qui sont elles dominées par le risque de non-atteinte d'un objectif et non, comme les précédentes, par le risque de non-validité. La nécessité de respecter des échéances marque aussi fortement cette activité comme les conséquences socio-économiques des décisions. On peut penser que les deux lectures des (E) ne sont pas

¹ On a vu que S. Hénin éprouve une quasi-fascination pour la formulation mathématique des faits scientifiques.

² KOJÈVE (1932) fait remarquer que la théorie ondulatoire de L. de Broglie a commencé par être basée sur une analyse qualitative. « De Broglie (en 1924) ne disait pas ce qu'étaient au juste les ondes matérielles dont il avait prédit l'existence [...] il commença par supposer que leurs fonctions ondulatoires correspondaient à une onde réelle, se propageant dans l'espace ordinaire à trois dimensions. L'évolution des ondes pouvant être exprimée par des équations différentielles du type ordinaire, on se trouvait avec elle sur le terrain du déterminisme causal classique. » (p. 189).

³ Mais, je l'ai déjà dit, il est aussi sensible au caractère hédonique, voire ludique, de l'élaboration des connaissances. « Travailler toute une année pour aboutir à une note de trois pages » est le signe d'un certain degré d'aboutissement vers ce qu'il considère comme le modèle esthétique de la production scientifique.

⁴ Ce double souci explique, peut-être, la volonté souvent exprimée par S. Hénin d'occuper une position moyenne (par exemple, Thèse, p. 74, 106).

⁵ La psychologie cognitive sera alors nécessaire. C'est pourquoi, par exemple, à la chaire d'agronomie de l'Ina Paris-Grignon et à l'unité de recherche Systèmes agraires et développement associée, des travaux sont entrepris dans ce sens avec l'équipe de psychologie cognitive du professeur J.F. Richard de l'Université de Paris-VIII, en prolongement des approches sur la prise de décision de l'agriculteur. Cf. CERF, 1990.

indépendantes, tout au moins je formule l'hypothèse que la première partie du schéma, celle de Holton, intégrera ici, directement sans même avoir besoin de « passer par la publication », des (E) qui n'auraient pas été considérés sans cela. L'action a le même rôle que l'extension du domaine de l'expérience, voire elle crée des situations pratiquement inaccessibles à l'expérimentation.

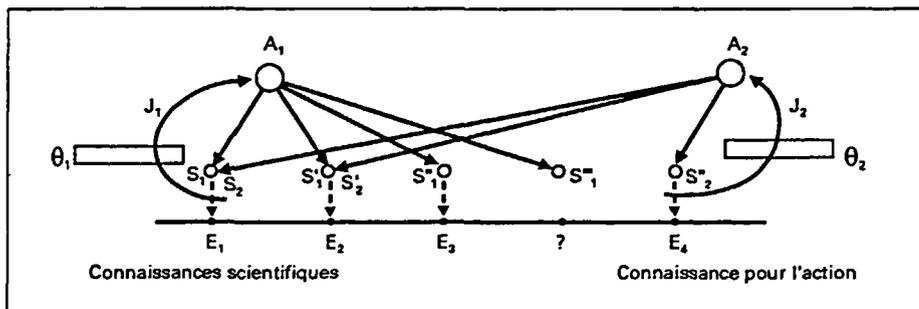


Figure 4.

Ainsi, si « l'immense supériorité de la connaissance rationnelle, de celle dont nous avons parlé tout au long de ce mémoire, c'est d'être fixée et communicable » (Thèse, p. 133), on sait que cette communication n'emprunte que bien rarement des voies simples. BACHELARD (1938) disait : « J'ai souvent été frappé du fait que les professeurs de sciences, plus encore que les autres si c'est possible, ne comprennent pas qu'on ne comprenne pas. » (p. 18). C'est certainement un des grands mérites de S. Hénin de ne pas avoir rejeté cette notion d'obstacle épistémologique, de l'avoir examinée à l'œuvre. Grâce à des démarches comme celle de Holton, on peut espérer aujourd'hui introduire dans la formation le rôle essentiel des opérations mentales le long de l'arc (J) d'Einstein. Ainsi pourra-t-on lutter contre « l'esprit du Taylorisme, qui tend à s'éveiller chez les techniciens et qui nous semble une voie dangereuse » (Thèse, p. 94) et former des chercheurs imaginatifs ! L'œuvre de S. Hénin en serait un matériau de base dans le domaine agronomique.

Conclusion

On ne conclut pas un tel sujet.

Pourtant, je vous dois un aveu, Monsieur, vous m'avez donné bien du travail, mais j'y ai trouvé tant de plaisir !

Aussi, laissez-moi vous livrer trois courts fragments qui vous vont bien.

Celui-ci, tiré de « La Terre et les Rêveries du Repos » de Bachelard : « La racine est toujours une découverte. On la rêve plus qu'on ne la voit. Elle étonne quand on la découvre : n'est-elle pas roc et chevelure, filament flexible et bois dur ? » (p. 292) ; c'est ce que vous m'avez fait écrire, moins joliment, en 1963, dans une note à l'Académie d'agriculture.

Celui-là, tiré du Banquet de Platon sur le comportement de Socrate à la campagne de Poditée : « En effet, plongé dans une méditation, il était resté debout au même endroit depuis l'aube, à réfléchir ; et comme l'idée ne lui venait pas, plutôt

que d'abandonner il restait là à chercher. [...] (II) resta debout jusqu'au moment où vint l'aube et où le soleil se leva. Puis il quitta la place, et s'en alla, après avoir adressé sa prière au soleil. » (220 b). Ne peut-on également vous imaginer ainsi ?

Ce dernier, à nouveau de Bachelard, dans « L'Air et les Songes » : « On veut toujours que l'imagination soit la faculté de former des images. Or elle est plutôt la faculté de déformer les images fournies par la perception, elle est surtout la faculté de nous libérer des images premières, de changer les images. » (p. 7).

Et puis, pour finir, je voudrais insister sur votre éthique, très forte.

Dans votre discours de réception à l'Académie d'agriculture, vous dites ne pas vous être senti en mesure de faire de la recherche à cause des lacunes de votre formation. Très tôt, du fait de votre vie familiale, de vos très nombreuses lectures ¹, vous vous forgez une image du monde qui vous guide dans vos choix, vos réactions face à la réalité. Il y a les secteurs où vous vous sentez solide, ceux où vos connaissances vous semblent opératoires, et, alors, vous vous lancez à fond, réagissant parfois avec grande fermeté. Ce fut le cas de votre intervention à l'Académie d'agriculture à la suite de la publication, « malgré l'opposition de la section de Physico-chimie » et alors que le règlement donnait latitude pour ne pas le faire, d'une note sur la prétendue existence de transmutations au champ. Vous dites (HÉNIN, 1970, b) : « Il me paraît regrettable que cette possibilité [...] n'ait pas été utilisée dans le cas présent. C'est qu'évidemment nous n'avons pas le même sentiment de la valeur des arguments sur lesquels peut se fonder une critique [...]. Les scientifiques s'efforcent de rattacher leur jugement à certains principes qu'ils considèrent comme fondamentaux » et vous les exposez après avoir noté qu'ils sont très peu nombreux car essentiels. Puis, pour conclure votre intervention, « évidemment les réserves que l'on est amené à faire sont d'une sévérité exceptionnelle [...]. (Mais) avant de mettre en cause un principe aussi fondamental que celui de la conservation de la matière il faut évidemment que les preuves soient à la mesure de l'entreprise. »

Quant aux jardins que vous avez gardés secrets, même s'ils ont joué dans la construction de votre message, ils vous appartiennent. Je formule pourtant l'hypothèse qu'on y trouve à coup sûr la fidélité et la liberté.

Bibliographie

BACHELARD (G.), 1938. *La formation de l'esprit scientifique. Contribution à une psychanalyse de la connaissance objective*. Paris, Vrin, 1960, 257 p.

BACHELARD (G.), 1940. *La philosophie du Non. Essai d'une philosophie du nouvel esprit scientifique*. Paris, PUF, 1962, 147 p.

BACHELARD (G.), 1943. *L'air et les songes*. Paris, J. Corti, 1977, 307 p.

BACHELARD (G.), 1948. *La Terre et les rêveries du repos*. Paris, J. Corti, 1977, 339 p.

BACHELARD (G.), 1949. *Le rationalisme appliqué*. Paris, PUF, 1975, 217 p.

¹ S. Hénin les évoque à plusieurs reprises et a fait lire à ses élèves toute sorte d'ouvrages.

- BARBIER (G.), 1943. Le problème de l'humus dans les exploitations ayant abandonné l'élevage. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, séance du 15 décembre, 524-529.
- BLANCKAERT (C.), 1987. « Philosophie de l'épistémologie ». In Séminaire d'épistémologie et d'histoire des sciences, Paris, INA-PG, 107 p.
- CANGUILHEM (G.), 1970. *Etudes d'histoire et de philosophie des sciences*. Paris, Vrin, 394 p.
- CANGUILHEM (G.), 1977. *Idéologie et rationalité dans l'histoire des sciences de la vie*. Paris, Vrin, 145 p.
- CERF (M.), 1990. *Analyse préalable à la conception d'aide à la décision pour les agriculteurs. Etude du semis de betteraves sucrières*. Mémoire DEA, Université Paris VIII, 38 p.
- COSTES (C.), 1960. Absorption et utilisation de l'énergie lumineuse par les végétaux cultivés dans les conditions naturelles. *Ann. Physiol. Végét.*, Paris, 3 : 175-229.
- EDDINGTON (A.), 1936. *Les nouveaux sentiers de la science*. Paris, Hermann, 433 p.
- EINSTEIN (A.), 1936. *Conceptions scientifiques*. Trad. fr. Paris, Flammarion, 1990, 189 p.
- FROMONT (P.), HÉNIN (S.), 1956. *L'insuffisance des facteurs climatiques et ses liens avec la consommation des engrais en France*. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, séance du 23 mai, 462-466
- HÉNIN (S.), 1944. *Essai sur la méthode en agronomie*. Thèse doctorat, Lettres, Paris, 140 p.
- HÉNIN (S.), 1955 a. Discours de réception à l'Académie d'Agriculture. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, séance du 9 novembre, 612-614.
- HÉNIN (S.), 1955 b. Profondeur du labour et rendement. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, séance du 23 novembre, 654-658.
- HÉNIN (S.), 1955 c. « Remarques sur les bases scientifiques d'un programme d'études ». In Rapports de la commission d'étude sur le travail du sol. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, séance du 14 décembre, 720-723.
- HÉNIN (S.), 1956. L'érosion hydraulique en France. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, séance du 2 mai, 394-398.
- HÉNIN (S.), 1957 a. Quelques aspects de la pédologie. I. L'évolution du concept de sol et ses conséquences. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, séance du 16 janvier, 66-69.
- HÉNIN (S.), 1957 b. Les principes généraux de l'économie de l'eau dans les régions arides. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, séance du 22 mai, 519-523.
- HÉNIN (S.), 1957 c. Suggestions en vue de la création d'une commission pour la sauvegarde de notre terre. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, séance du 30 octobre, 744-746.
- HÉNIN (S.), 1958 a. Remarques sur l'humus et la matière organique des sols. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, séance du 8 janvier, 36-39.
- HÉNIN (S.), 1958 b. Réflexions sur la valeur de la connaissance empirique. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, séance du 17 décembre, 881-883.
- HÉNIN (S.), 1959. Un problème de méthodologie pour l'agronome : quantitatif ou qualitatif ? *C.R. Acad. Agric. Fr.*, séance du 2 décembre, 813-816.
- HÉNIN (S.), 1960. Aspects et étapes de la Recherche agronomique en France. I. L'interprétation du fait expérimental en agronomie : son évolution historique. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, séance du 9 novembre, 859-863.
- HÉNIN (S.), 1961. Aspects et étapes de la Recherche agronomique en France. En guise de conclusion. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, séance du 24 mai, 503-505.
- HÉNIN (S.), 1969. Les fausses évidences. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, séance du 23 avril, 513-517.
- HÉNIN (S.), 1970 a. De la recherche à la vulgarisation. *Ann. Gembloux*, 76 : 123-134.
- HÉNIN (S.), 1970 b. Réflexions à propos d'une communication récente. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, séance du 7 octobre, 1013-1018.
- HÉNIN (S.), 1976. *Cours de physique du sol. I. Texture, structure, aération. II. L'eau et le sol, les propriétés mécaniques, la chaleur et le sol*. Paris, Orstom ; Bruxelles, Editest, 159 p. et 222 p.
- HÉNIN (S.), 1980. *Rapport du groupe de travail « Activités agricoles et qualité des eaux »*. Paris, Ministère de l'Agriculture, Ministère de l'Environnement, 58 p.

- HÉNIN (S.), DUPUIS (M.), 1945. Essai de bilan de la matière organique des sols. *Ann. Agron.*, 1 : 17-29.
- HÉNIN (S.), FEODOROFF (A.), GRAS (R.), MONNIER (G.), 1960. *Le profil cultural. Principes de physique du sol*. Paris, SEIA, 320 p.
- HÉNIN (S.), FOURNIER (F.), 1982. « Définition et méthode d'étude du problème ». In *La transformation des terres. Bases méthodologiques. Exemples français*. Paris, Ministère de l'Environnement et Comité français du Scope, p. 1-53 (numéro spécial Recherche Environnement).
- HÉNIN (S.), FRAIGNEAUD (R.), 1960. Quelques considérations sur le problème des assolements. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, séance du 11 mai, 519-525.
- HÉNIN (S.), GRAS (R.), MONNIER (G.), 1969. *Le profil cultural. L'état physique du sol et ses conséquences agronomiques*. Paris, Masson, 332 p.
- HÉNIN (S.), MONNIER (G.), 1956. Sur le travail profond et sans retournement des sols. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, séance du 19 décembre, 846-852.
- HÉNIN (S.), PÉDRO (G.), 1965. « The laboratory weathering of rocks ». In *Experimental pedology* (Symposium, Nottingham). E.G. Hallsworth, D.V. Crawford (eds). London, Butterworths, p. 29-39.
- HÉNIN (S.), SEBILLOTTE (M.), 1981. Fertilisation azotée et risque de pollution. Réflexion sur un modèle. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, séance du 7 janvier, 60-72.
- HÉNIN (S.), TURC (L.), 1949. Essai de fractionnement des matières organiques du sol. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, séance du 12 janvier, 41-43.
- HÉNIN (S.), TURC (L.), 1957. Quelques données nouvelles concernant le bilan de la matière organique des sols. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, séance du 23 janvier, 88-92.
- HÉNIN (S.), WREDEN (B.), 1954. Sonde extensométrique pour l'étude de la déformation des sols en place. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, séance du 30 juin, 522-525.
- HOLTON (G.), 1981. *L'imagination scientifique*. Paris, Gallimard, 489 p.
- JONARD (P.), KOLLER (J.), 1951. Les facteurs de la productivité chez le blé. Résultats obtenus en 1946 et 1949. *Ann. Am. Plantes*, 1 : 256-276
- KANTOR (J.M.), 1990. L'intuition en équation. *Le Monde*, Paris, 19 septembre, p. 16.
- KOJÈVE (A.), 1932. *L'idée du déterminisme dans la physique classique et dans la physique moderne*. Ed. Livre de Poche, 1990, 349 p.
- LARGEAULT (J.), 1985. *Systèmes de la Nature*. Paris, Vrin, 245 p.
- LECLERCQ (R.), 1957. *Guide théorique et pratique de la Recherche expérimentale*. Paris, Gauthier-Villars.
- MANICHON (H.), 1982. *Influence des systèmes de culture sur le profil cultural : élaboration d'une méthode de diagnostic basée sur l'observation morphologique*. Thèse docteur-ingénieur, INA-PG.
- MAQUART (D.), GRAS (R.), MAMY (J.), 1971. Essai de programmation de la recherche. Département d'agronomie. *Ann. Agron.*, n° hors série, 70 p.
- MEYERSON (E.), 1927. *De l'explication dans les sciences*. Paris, Payot.
- MONNIER (G.), 1965. *Action des matières organiques sur la stabilité structurale des sols*. Thèse docteur-ingénieur, Université Paris, 140 p.
- MOREL (R.), RICHER (A.), MASSON (P.), 1954. Evolution du taux de la matière organique dans le champ d'expérience de la station agronomique de Grignon. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, séance du 16 juin, 487-491.
- PEQUIGNOT (R.), RECAMIER (A.), 1961. Rotations : quelques résultats à propos des assolements céréaliers. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, séance du 22 mars, 337-341.
- POMIAN (K.), éd., 1990. *La querelle du déterminisme*. Paris, Gallimard, 290 p. (Le Débat).
- PLATON. *Le Banquet*. Paris, Nathan, 1983, 128 p.
- PROCHIANTZ (A.), 1990. *Claude Bernard. La révolution physiologique*. Paris, PUF, 125 p.

- SEBILLOTTE (M.), 1974. Agronomie et agriculture. Essai d'analyse des tâches de l'agronome. *Cah. Orstom, sér. Biol.*, 3 (1) : 3-25.
- SEBILLOTTE (M.), 1990 a. « Les processus de décision des agriculteurs. II. Conséquences pour les démarches d'aide à la décision ». In *Modélisation systémique et systèmes agraires. Décision et organisation*. J. Brossier, B. Vissac, J.L. Lemoigne (éd.). Paris, Inra, p. 103-117.
- SEBILLOTTE (M.), 1990 b. « Some concepts for analysing farming and cropping systems and for understanding their different effects ». In First congress of the European Society of Agronomy, Paris 5-7 December. Proceedings.
- SEBILLOTTE (M.), GODARD (D.), 1990. « La fertilité. Lecture agronomique de pratiques sociales ». Colloque « Agriculture, Environment and Economic Development in European History », Milan, 6-8 avril, 41 p. (à paraître dans les actes du colloque, Facoltà di Agraria, Milano).
- WATSON (D.J.), 1952. The physiological basis of variation in yield. *Adv. Agron.*, 4 : 101-145.
- WIT (C.T. DE), 1959. Potential photosynthesis of crop surfaces. *Netherl. J. Agric.*, 7, 2 : 141-149.