HAL
open science

Relations entre l'utilisation des herbicides et les proprietes physiques du sol

Gwendal Monnier, Raoul Calvet

To cite this version:

Gwendal Monnier, Raoul Calvet. Relations entre l'utilisation des herbicides et les proprietes physiques du sol. 16 p., 1973. hal-02858722

HAL Id: hal-02858722

https://hal.inrae.fr/hal-02858722v1

Submitted on 8 Jun 2020

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

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

ANC 39

Proc. Eur. Weed Res. Coun. Symp. Herbicides-Soil, 1973

RELATIONS ENTRE L'UTILISATION DES HERBICIDES ET LES PROPRIETES PHYSIQUES DU SOL

G. Monnier
Station d'Agronomie, Domaine St Paul, 84140 Montfavet
R. Calvet
Station d'Agronomie, Route de St Cyr, 78000 Versailles

Résumé Les relations entre l'utilisation des herbicides et les propriétés des sols peuvent s'envisager sous deux aspects. Le premier concerne l'influence des herbicides et du désherbage chimique sur les propriétés des sols. Leurs principales caractéristiques physiques étant tout d'abord rappelées (notions de texture, structures et porosités), trois ensembles de conséquences possibles de l'utilisation des herbicides sont ensuite analysées. Elles concernent l'influence directe sur l'état physique du sol, l'influence sur la localisation et l'évolution de la matière organique et les effets liés à l'évolution des rotations. Le deuxième aspect se rapporte à la place des propriétés physiques et physico-chimiques des sols dans l'utilisation des herbicides. Celle-ci dépend du comportement des herbicides dans le sol qui à son tour est déterminé par plusieurs phénomènes d'immobilisation, de dégradation et de déplacement.

Prise à un certain niveau de généralité la question posée comporte 2 volets que l'on peut traiter séparément pour la clarté de l'exposé mais qui sont dans la réalité étroitement imbriqués.

D'une part, l'on doit s'efforcer de dégager et d'évaluer les conséquences directes ou indirectes du remplacement des techniques traditionnelles de désherbage, par l'utilisation de désherbants chimiques. La suppression des interventions mécaniques spécialisées et du labour, les nouvelles techniques d'implantation des cultures, la modification éventuelle des rotations peuvent

influer de façon déterminante sur les propriétés physiques du sol. Par ailleurs,la présence dans le sol de molécules d'herbicides est susceptible de se répercuter sur la composition et l'activité de la microflore ou de la microfaune et par là de modifier l'évolution des matières organiques déjà affectée par le premier groupe de facteurs.

D'autre part, on sait le plus souvent de façon empirique, qu'il existe des interactions importantes entre les propriétés du sol et l'efficacité des herbicides. Les conditions d'utilisation des différents produits préconisées par les fabricants et techniciens en font foi.

Dans une agriculture utilisant de plus en plus le désherbage chimique c'est donc l'ensemble du système sol-herbicide qui est concerné. Les connaissances et donc plus souvent les recherches doivent porter aussi bien sur l'évolution des propriétés physiques que sur les conséquences que cette évolution peut provoquer sur l'utilisation des herbicides qui est à son origine.

I - INFLUENCE DES HERBICIDES ET DU DESHERBAGE CHIMIQUE SUR LES PROPRIETES PHYSIQUES DU SOL

Ce problème a été, plus ou moins explicitement, l'objet de nombreuses contributions au cours d'un colloque intitulé "Herbicides et techniques de cultures" organisé par le Columa à Versailles en février 1969*.

A propos de la suppression du labour et des techniques de sarclage ou de binage, des possibilités nouvelles d'entretien des sols de vergers, des modifications de rotations et d'assolements rendus possibles ou nécessaires par l'emploi des désherbants chimiques, les rapporteurs et participants à ce colloque ont présenté de nombreux résultats et observations concernant l'évolution des propriétés physiques et celle des matières organiques et ont discuté leurs conséquences agronomiques observées ou escomptées.

Toutefois,de nombreuses questions sont restées alors sans réponse et nous nous efforcerons de montrer dans quel sens et comment des progrès peuvent être réalisés dans ce domaine.

---

* C.R. Colloque F.N.G.P.C. - COLUMA - 8, Avenue du Président Wilson - Paris 16me

Avant cela, nous rappelerons,pour une meilleure compréhension mutuelle, les principales définitions des caractéristiques physiques du sol.

A/ - Rappel sur les principales caractéristiques physiques du sol

Du point de vue de ses propriétés physiques et mécaniques le sol peut être considéré comme un système poreux à 3 phases, solide, liquide et gazeuse. Certaines des caractéristiques de ce système sont permanentes : c'est le cas de la constitution physique du matériau. La texture du sol traduit de façon globale l'influence sur son comportement des différents constituants et des interactions qui se manifestent entre eux.

D'autres éléments de description sont plus contingentés : la morphologie générale du système, couramment appelée structure, si elle dépend pour une part de la texture, varie aussi en fonction de l'intervention des facteurs extrinsèques climatiques, biologiques et mécaniques. Enfin, l'équilibre des phases solide et liquide se déplace incessamment en fonction du régime hydrique auquel est soumis le sol.

Il résulte de ces considérations que les notions instantanées d'état physique ou mécanique doivent être complétées par celle de leur évolution : gonflement et retrait des colloïdes du sol qui commandent plus ou moins directement :

- la stabilité structurale (résistance à la désagrégation par l'eau,
- la sensibilité au compactage,
- l'aptitude à la fissuration qui est à la base de la régénération de la structure.

Notion de porosité

Plus ou moins directement toutes les propriétés physiques du sol se rattachent à sa porosité et à ses différentes composantes.

A la connaissance de la porosité totale doit s'ajouter celle de la distribution dimensionnelle des pores permettant de définir une microporosité ou capacité de rétention pour l'eau et une macroporosité ou capacité minima pour l'air.

Enfin, considérée du point de vue de son origine et de sa morphologie, la porosité totale du sol résulte le plus souvent de la superposition de différents niveaux d'arrangements des constituants du sol (G. Monnier et al. 1973)

- à l'échelle de l'assemblage élémentaire la disposition

relative et l'orientation des particules d'argile, limon et sable ménagent un premier système de porosité dite "texturale"

- à une autre échelle, les éléments structuraux sont délimités par un réseau plus ou moins complexe de fissures qui constitue avec les canalicules ou alvéoles d'origine biologique ou pédologique un deuxième système de porosité dite "structurale".

De part sa taille, la porosité texturale joue un rôle essentiel dans les mécanismes de rétention de l'eau et de circulation d'eau non saturante. Elle commande la plupart des propriétés permanentes du sol.

Quant à la porosité structurale, son influence est prépondérante dans la circulation de l'eau sous charge, dans les conditions d'enracinement et dans le domaine des propriétés macromécaniques telles que le degré d'ameublissement ou la cohésion d'une couche de terre prise dans son ensemble.

On peut donc constater que les conséquences de l'état physique concernent la plupart des conditions de croissance des végétaux cultivés mais aussi beaucoup de caractéristiques technologiques déterminantes dans la conduite culturale d'un terrain.

B/ - Principales conséquences possibles de l'utilisation des herbicides sur les propriétés physiques du sol

Il convient tout d'abord de rappeler les principales modifications techniques qui, dans le contexte indiqué, sont susceptibles d'avoir des répercussions sur l'état ou les propriétés physiques du sol.

- Diminution, voire suppression, des opérations culturales de travail et d'entretien du sol (labour, binage, sarclage, buttage etc...).
- Maintien, voire augmentation des opérations de roulage lourd : traitements phytosanitaires, récoltes.
- Modifications des rotations généralement dans le sens d'une simplification.
- Action directe possible des herbicides sur les propriétés des colloïdes argileux mais surtout sur la microflore et, par là, sur l'évolution, l'état et donc les propriétés des matières organiques du sol.

1/ - Influence directe sur l'état physique du sol

Ces conditions nouvelles sont susceptibles d'entraîner des modifications de l'état physique décelables en particulier par une description des différents systèmes de porosité tels que nous les avons définis plus haut.

C'est ainsi que BUI HUU TRI* procédant à une analyse des systèmes de porosité sur le sol de différentes parcelles soumises à différents types de travail du sol : labour classique, travail superficiel, semis direct, observe les variations suivantes (tableau n° 1) sous blé et sous maïs. Le sol est un limon argileux.

		Blé 7 - 15 cm	Maïs 12 - 18 cm
Labour	Porosité totale	44,6	51,7
	" des mottes	39,4	40,4
	" de fissure	8,5	18,8
Travail superficiel sur 7 cm	Porosité totale	39,4	45,1
	" des mottes	38,8	38,4
	" de fissure	1,1	10,8
Semis direct	Porosité totale	37,4	46,7
	" des mottes	37,7	37,5
	" de fissure	0	14,6

Tableau 1 - Influence des techniques de travail du sol sur les différents systèmes de porosité du sol (d'après BUI HUU TRI - Essai I. T. C. F. Boigneville - France).

N. B. La porosité totale n'est pas la somme de la porosité des mottes et de la porosité de fissure, le volume de référence n'étant pas commun aux trois mesures.

L'évolution constatée en "non travail" affecte ici essentiellement la porosité structurale de fissure ; elle est beaucoup moins marquée sous maïs que sous blé. Ces deux circonstances suggèrent qu'il s'agit d'une évolution légère vraisemblablement très aisément réversible en particulier sous l'influence des cultures en place.

Le problème essentiel que ces résultats posent est celui de leur extrapolation à d'autres situations.

Plusieurs comportements de base des matériaux terreux doivent alors être pris en considération :

- la sensibilité au tassement textural (diminution de la porosité d'assemblage élémentaire) dont les travaux de A. FAURE et J-C. FIES (1972) nous montrent qu'elle est très faible pour

---

* communication personnelle de l'auteur.

des matériaux contenant plus de 20 % d'argile (comme c'est le cas pour l'essai étudié par BUI HUU TRI),

- l'aptitude à la fissuration qui peut également être reliée à des types texturaux mais dépend aussi des conditions climatiques générales et du type d'enracinement des cultures pratiquées (BUI HUU TRI et G. MONNIER 1973),
- la stabilité structurale liée à la texture et à la teneur en matières organiques.

2/ - Influence sur la localisation et l'évolution des matières organiques du sol

On sait que les matières organiques présentes dans le sol proviennent de l'évolution de matières d'origine essentiellement végétale apportées sous forme d'amendement ou laissées sur ou dans le sol par les cultures.

D'abord présentes sous formes libres ces matières organiques au cours de leur transformation se "lient" aux constituants minéraux.

La comparaison de la teneur en ces deux formes principales de matières organiques entre un sol travaillé de façon classique et un sol pour lequel le travail mécanique a été limité ou supprimé peut apporter des informations essentielles.

Plusieurs nouveaux dispositifs ont été mis en place ces dernières années sur lesquels on pourra se livrer à de telles observations : ils sont encore trop récents pour être exploitables de ce point de vue.

Nous ne pourrons donc que renvoyer aux résultats obtenus par RECAMIER à Grignon.

Rappelons seulement qu'un travail superficiel peut avoir des conséquences, au niveau de l'évolution des matières organiques libres en particulier, aussi importantes que la suppression complète de toute intervention et que certaines propriétés physiques du sol telles que la stabilité structurale peuvent être sensiblement modifiées généralement dans le sens d'un accroissement de stabilité (RECAMIER , TOMLINSON)

3/ - Effets divers liés à l'évolution des rotations

Il est difficile d'en faire un inventaire exhaustif. Nous renvoyons pour l'essentiel aux nombreuses observations dont une synthèse a été présentée par M. SEBILLOTTE à Versailles en 1969.

Précisons toutefois que la principale caractéristique de l'évolution des successions de cultures, susceptible d'influer sur les propriétés physiques repose semble-t-il sur un allègement des contraintes liées à l'état et aux propriétés mécaniques des sols : par exemple, les rotations maïs-blé d'hiver rendues possibles par la suppression des labours.

Les conséquences d'une telle évolution sont complexes et fortement modulées par les conditions climatiques de l'année. C'est, de ce fait, dans le domaine de la Climatologie agricole statistique que l'on devrait faire un effort important si l'on veut rendre applicable à la pratique les progrès en cours dans la domaine de la physique du sol.

Il resterait maintenant à recenser toutes les répercussions possibles d'une modification de l'état ou du comportement physique d'un sol sur son fonctionnement en tant que support d'une activité agricole.

Une synthèse sur une aussi vaste question ne saurait être tentée ici. Des exemples particuliers en seront fournis ne serait-ce que dans la deuxième partie de cet article.

II - PLACE DES PROPRIETES PHYSIQUES ET PHYSICO-CHIMIQUES DU SOL DANS L'UTILISATION DES HERBICIDES

Etant donné un herbicide adapté à une culture, son utilisation correcte nécessite la résolution de plusieurs problèmes pratiques concernant :

- les doses à employer ;
- les modalités d'application ; celles-ci comprennent la formulation du produit, l'époque du traitement, la localisation et la prise en considération de l'état du sol au moment de l'application ;
- la prévision des arrière-effets possibles.

Il faut dès à présent souligner que la recherche des solutions ou des éléments de solution doit absolument s'effectuer dans la double perspective de l'obtention d'une efficacité maximum associée à la suppression ou au moins à la réduction des risques d'accident. Pour tenter de résoudre ces problèmes, la connaissance du comportement des produits herbicides dans les sols est absolument nécessaire. Bien que l'objet de cet exposé soit limité

à l'utilisation des herbicides, il nous faut noter que cette connaissance est aussi indispensable pour maintenir la qualité de l'environnement (pour autant que les herbicides soient concernés) et pour aider à la définition de produits nouveaux aux performances supérieures à ceux déjà connus.

De la masse considérable des travaux et observations publiés, il apparaît d'une façon évidente que plusieurs propriétés physiques et physico-chimiques du sol interviennent directement ou non dans la détermination de l'effet phytotoxique d'un herbicide. Citons seulement les observations déjà anciennes de BOUCHET (1966) relatives à l'effet dépressif des matières organiques libres sur l'activité de la simazine. Si, par conséquent, il est certain que des propriétés du sol prennent une part importante dans la détermination du comportement d'un produit, il est aussi vrai que nos informations ne permettent pas généralement de savoir comment. Cela nous paraît cependant indispensable pour essayer d'obtenir les solutions des problèmes posés. Deux approches différentes sont possibles :

1 - La première consiste à analyser un très grand nombre d'observations et d'en déduire parfois des corrélations. Elle peut constituer une source d'informations fort utiles et peut mettre en évidence, en particulier, l'importance de certains facteurs édaphiques par exemple. Elle présente cependant deux inconvénients majeurs qui sont, d'une part, la manipulation d'un très grand nombre de données, et d'autre part, le fait qu'elle ne fournit aucune explication et rend les extrapolations difficiles.

2 - La seconde procède d'une attitude toute différente. Il s'agit de l'analyse logique du fonctionnement du système sol-herbicide-facteurs extérieurs-végétaux.

Nous allons examiner quelques aspects de cette deuxième analyse en nous limitant, compte tenu du sujet de cet exposé, aux phénomènes physiques et physico-chimiques. Sans sous-estimer leur importance, nous ne parlerons pas des phénomènes biologiques. Nous voudrions également attirer l'attention sur le fait que nous ne présentons pas une revue bibliographique. Notre but est seulement de donner un schéma général du système et de faire part de quelques réflexions concernant son étude et sa description.

La phytotoxicité d'un herbicide à un moment donné, en un point du sol, dépend de la quantité de produit biologiquement actif absorbable, c'est-à-dire en solution. Cette quantité est

déterminée par trois groupes de phénomènes :

- les phénomènes d'immobilisation : cristallisation, adsorption ;
- les phénomènes de dégradation abiotique : photodécomposition et transformations chimiques sur ou au voisinage des surfaces des colloïdes ;
- les phénomènes de déplacement en phase vapeur, la volatilisation et en phase liquide, la convection et la diffusion.

Tous ces phénomènes sont déterminés par les propriétés moléculaires de l'herbicide d'une part, par les propriétés physiques et physico-chimiques du sol d'autre part. Leur manifestation dépend de l'état hydrique du sol et par conséquent des facteurs climatiques.

A/ - Phénomènes d'immobilisation

1/ - Cristallisation

La solubilité dans l'eau des herbicides est en général assez faible. Elle est une fonction croissante de la température, elle peut dépendre de l'acidité du milieu et de la présence de sels libres comme dans le cas des triazines par exemple (VAN BLADEL, 1971 ; YAMANE et GREEN, 1972 ; HURLE et FREED, 1972). Les lois cinétiques de la solubilisation des herbicides sont peu connues alors que leur importance ne doit pas être négligeable. En effet, elles déterminent la façon dont l'herbicide apporté passe dans la solution du sol et jouent certainement un très grand rôle dans le devenir du produit. La circulation des solutions dans le sol se fait presque toujours dans des conditions de milieu non saturé et il en résulte que des phénomènes de précipitation sont tout à fait possibles. Les lois de la solubilisation vont donc encore se manifester lors de la remise en circulation du produit. Il est donc possible qu'une meilleure connaissance de la cinétique de dissolution des produits herbicides fournisse des éléments de choix quant à l'époque du traitement et à la localisation du composé.

2/ - Adsorption

De très nombreux travaux ont montré que les molécules herbicides étaient adsorbées par les colloïdes organiques et minéraux. Notre propos n'est pas d'examiner ce phénomène en détail puisqu'il fait l'objet d'un autre exposé. Nous citerons seulement les travaux de HANCE (1965, 1969 a), YAMANE et GREEN (1972), WEBER (1966, 1970), BAILEY (1968), qui sont à l'origine de la plus grande partie des informations connues à ce jour sur l'adsorption des herbicides.

Les résultats publiés paraissent montrer que l'adsorption sur les colloïdes minéraux, les argiles en particulier, est plus faible que sur la matière organique du sol. Il semble d'ailleurs que ce soit surtout la matière organique libre, c'est-à-dire peu humifiée, qui ait le plus grand pouvoir adsorbant. A de rares exceptions près, toutes les études d'adsorption ont été effectuées sur des suspensions. Il est alors possible de se demander dans quelle mesure les résultats ainsi obtenus peuvent valablement être extrapolés aux systèmes moins hydratés qui se trouvent dans le sol. La connaissance que l'on a des systèmes argile-eau en particulier, nous montre en effet que les propriétés physico-chimiques ne sont pas les mêmes selon que l'état d'hydratation est élevé ou faible. Cela ne veut pas dire qu'il faille éliminer les mesures faites sur des suspensions, mais suggère fortement qu'il est nécessaire de les compléter par des études faites sur des milieux plus voisins de ceux que l'on est susceptible de trouver dans un sol. Les mêmes observations peuvent évidemment être faites pour le phénomène de désorption.

L'adsorption affecte la phytotoxicité des produits herbicides et a donc des conséquences directes sur les doses à employer. C'est ainsi que ces considérations ont conduit à tenir compte de la texture du sol dans le choix des quantités de produit à appliquer. Ainsi devront-elles etre augmentées dans les sols riches en matière organique et en argile et diminuées dans les sols sableux ou calcaires (voir par exemple les brochures techniques publiées par l'I. T. C. F.). Il faut aussi noter que les techniques culturales peuvent modifier l'importance de l'adsorption par l'influence qu'elles ont sur la quantité de matière organique et sur son évolution.

B/ - Phénomènes de dégradation

Etudiant les relations sol-herbicide, plusieurs auteurs ont observé que certaines molécules pouvaient subir une transformation chimique abiotique. Celle-ci a surtout été étudiée pour les triazines. Les mécanismes exacts ainsi que les facteurs responsables ne sont certes pas très bien connus. Il est certain cependant, que l'acidité du milieu et la présence de matières organiques favorisent la dégradation des molécules de triazine. Quant au rôle que peuvent jouer les argiles, en particulier les argiles de type montmorillonite, il apparaît certaines contradictions dans les résultats publiés. Des expériences faites sur des suspensions montrent que l'argile protège les molécules vis-à-vis d'une transformation, d'autres réalisées dans des milieux peu hydratés révèlent que l'argile provoque la dégradation de l'herbicide. En fait, il ne s'agit là probablement que d'une

contradiction apparente, car ces expériences concernent des systèmes très différents par leur état d'hydratation. Compte tenu de la connaissance que nous avons des propriétés catalytiques des surfaces d'argile, nous pouvons penser que la transformation des molécules herbicides doit être très étroitement conditionnée par l'état d'hydratation de la surface argileuse.

Ces transformations sont moins importantes que celles d'origine biologique. Néanmoins, il semblerait, d'après de récents travaux (HANCE, 1969 b), que les dégradations abiotiques puissent ne pas être négligeables. Il est cependant peu probable que ces phénomènes aient des conséquences particulières sur les modalités d'application des herbicides, sauf peut-être sur la formulation. Leur intérêt n'est pourtant pas nul car il concerne les problèmes de permanence et de pollution.

Ces considérations s'appliquent aux réactions dont le siège est sur la surface des colloïdes minéraux et organiques. Une autre voie de dégradation abiotique est la photodécomposition. Elle est due aux rayonnements ultraviolets et peut-être à l'origine de pertes importantes. C'est un phénomène dont il faut très certainement tenir compte dans la recherche des formulations. Pour connaitre son rôle exact cependant, il faudrait connaitre l'influence de l'état physique du produit (cristallisé en solution, adsorbé) sur le développement de ce type de dégradation.

C/ - Phénomènes de déplacement

Des déplacements en phase gazeuse sont possibles. Il a été montré que la volatilisation pouvait être à l'origine de pertes de matière active. Elle pourrait donc constituer un des éléments du choix des constituants d'une formulation quand les facteurs qui la contrôlent seront connus. En effet, à notre connaissance tout au moins, il n'existe pas d'étude visant à déterminer le rôle de l'état physique du produit et sa localisation par rapport à la surface du sol, ainsi que l'état de cette surface.

Les autres phénomènes de déplacement concernent les mouvements en phase liquide : mouvements dûs au flux hydrique et à la diffusion moléculaire. Ce dernier phénomène existe aussi dans l'état adsorbé, mais nous n'en parlons pas car nous n'avons aucune indication quant à son importance éventuelle.

L'importance du transport d'herbicide par l'écoulement de la solution du sol est déterminée par la quantité de produit en solution et par les caractéristiques hydrodynamiques du sol. Ces quantités dépendent directement de la solubilité du produit et de

l'adsorption sur les colloïdes du sol (GEISSBUHLER, 1963). Les caractéristiques hydrodynamiques dépendent elles de la porosité structurale et de la porosité texturale. Rappelons que la première est caractérisée par des pores de dimensions beaucoup plus grandes que la seconde. Il paraît alors logique de supposer que celle-ci sera responsable d'une grande partie du flux hydrique et donc du transport en solution. La porosité texturale avec ses pores plus petits aura certainement un rôle déterminant dans les phénomènes de diffusion. Le lessivage des produits herbicides peut-être à l'origine d'une baisse d'efficacité et conditionner en partie l'ampleur d'éventuelle pollution des eaux de drainage. Cependant, l'entraînement par flux hydrique est aussi utile puisqu'il va permettre de localiser l'herbicide au niveau des racines des plants à détruire. En général, l'écoulement de la solution du sol (mass flow) est à l'origine d'un transport de masse plus important que la diffusion moléculaire. Celle-ci n'a pourtant pas un rôle négligeable, contrairement à ce qui est souvent écrit. Elle détermine en grande partie l'importance du transport dans les milieux secs et pour les produits peu solubles (WALKER, 1970). Elle joue un rôle déterminant dans l'approvisionnement du voisinage immédiat de la racine et constitue ainsi un facteur de l'absorption racinaire (SCOTT, PHILIPPS, 1971). Enfin, elle peut moduler d'une façon notable les caractères du transport de masse par écoulement quand le soluté peut diffuser dans des agrégats (rôle de la porosité texturale).

Il est facile de concevoir que les mouvements de l'herbicide dans le sol ont une importance considérable pour déterminer l'efficacité d'un traitement et surtout quand il s'agit de mettre à profit une sélectivité de position. La connaissance de ces mouvements peut avoir une répercussion sur les modalités d'emploi des herbicides, en particulier sur l'estimation des conséquences des régimes hydriques (pluies, nappes, irrigation) dans un sol donné. Si tous les phénomènes précédemment évoqués étaient bien connus, il serait parfaitement possible de décrire le devenir d'un herbicide pour des conditions climatiques et une dynamique du système racinaire données. Cela aurait pour conséquence de permettre la prévision de la concentration d'un produit à un moment donné, à une profondeur donnée et pour une utilisation donnée. Cet objectif est à nos yeux celui qui doit être visé à long terme. Il faut également noter que du fait de la multiplicité des phénomènes en cause, il n'est pas possible de relier une observation à une seule caractéristique du sol telle que la texture ou la porosité totale par exemple. Il est important de connaître l'ensemble des propriétés du sol susceptibles d'intervenir, ainsi que les facteurs extérieurs et notamment les facteurs climatiques.

Il en résulte que l'étude du comportement des herbicides dans le sol doit tout d'abord s'attacher à estimer l'importance relative des différents phénomènes physiques et physico-chimiques. Elle doit ensuite rechercher les méthodes permettant de prévoir des situations dans des conditions données.

CONCLUSION

Si cet exposé avait pour but essentiel de proposer quelques axes de discussion sur les modifications d'état ou de propriétés physiques du sol entraînées par l'utilisation de plus en plus générale des herbicides, il s'est également efforcé de placer cet objectif dans le cadre qui nous paraît nécessaire de l'étude plus générale du système sol-herbicide.

Même si l'on est bien conscient de la prudence avec laquelle devrait être opérée une mutation aussi profonde des techniques, on est, en effet, obligé de constater qu'elle est déjà, dans de nombreux cas, un fait accompli et pour de multiples raisons, difficilement réversible. Dans ces conditions, on peut estimer qu'une des conséquences premières de l'évolution d'un sol soumis aux nouvelles techniques sera peut-être un changement de son comportement vis-à-vis des herbicides eux-mêmes.

Références bibliographiques

BAILEY, G.W., WHITE, J.L., ROTHBERG, T. (1968) Adsorption of organic herbicides by montmorillonite : role of pH and chemical character of adsorbate. Soil. Sci. Soc. Am. Proc., 32, 222-234.

BOUCHET, F. (1966) Influence de la nature du sol sur l'action herbicide de la simazine. Institut Technique des Céréales et des Fourrages, 8, avenue du Président Wilson, Paris 16me.

BUI HUU TRI, MONNIER, G. (1973) Etude quantitative de la granulation des sols sous prairies de graminées. Ann. Agro., (sous presse).

CANNEL, R.Q., FINNEY, J.R. (1973) Effect of direct drilling and reduced cultivation on soil conditions for root growth. Outlook on Agriculture 7 (4), 184-189.

FAURE, A., FIES, J-C. (1972) Etude expérimentale de la sensibilité au compactage de matériaux meubles en fonction de leur composition granulométrique.
Ann. Agro. 23 (3), 317-322.

GEISSBUHLER, H., HASELBACH, C., AEBI, H. (1963) The fate of N' - (4 - chlorophenoxy) - phenyl - N - N - dimethylurea (C - 1983) in soil and plants. I : adsorption and leaching in different soils.
Weed. Res., 3, 140-153.

HANCE, R.J. 1969 a Influence of pH, exchangeable cation and the presence of organic matter on the adsorption of some herbicides by montmorillonite.
Can. J. Soil. Sci., 49, 357-364.

HANCE, R.J., 1969 b Further observations of the decomposition of herbicides in soils.
J.Sc. Food. Ag., 20, 144-145.

HURLE, K.B., FREED, V.H. (1972) Effect of electrolytes on the solubility of some 1-3-5 triazines and substituted ureas and their adsorption on soil.
Weed. Res., 12 (1), 1-10.

MONNIER, G., STENGEL, P., FIES, J-C. (1973) Une méthode de mesure de la densité apparente de petits agglomérats terreux ; application à l'analyse des systèmes de porosité des sols.
Ann. Agro. (sous presse).

SCOTT, H.D., PHILLIPS, R.E. (1971) Diffusion of herbicides to seeds.
Weed. Sci., 19 (2), 128-132.

VAN BLADEL, R. (1971) Physico-chemical study of the adsorption of organic pesticides by clay minerals.
Annales de Gembloux, 77 (3), 183-194.

WALKER, A., CRAWFORD, D.C. (1970) Diffusion coefficients for two triazines herbicides in six soils.
Weed. Res. 10, 126-132.

WEBER, J.B. (1966) Molecular structure and pH effects on the adsorption of 13 s-triazine compounds on montmorillonite clay. The Am. Mineralogist., 51, 1657-70.

WEBER, J.B. (1970) Adsorption of s-triazine by montmorillonites as a function of pH and molecular structure. Soil. Sci. Soc. Amer. Proc, 34, (3), 401-4.

YAMANE, V.K., GREEN, R.E. (1972) Adsorption of ametryne and atrazine on oxisol, montmorillonite and charcoal in relation to pH and solubility effects. Soil. Sci. Amer. Proc., 36 (1), 58-64.

Summary

Relations between herbicide use and soil properties can be considered from two aspects. The first concerns the influence of herbicides and of chemical weed control on soil properties. Having first called to mind the main physical characteristics (texture, structure and porosity), three groups of possible consequences from herbicide use are then analysed. They concern the direct effects on the physical state of the soil, the influence on the localization and evolution of organic matter and the effects connected with the evolution of rotations. The second aspect is related to the place of the physical and physico-chemical properties of soils in herbicide usage. This latter depends on herbicide behaviour in the soil which in its turn is determined by various phenomena of immobilization, degradation and movement.