

LE ROLE DE LA CHIMIE PHYSIQUE DANS L'AGRICULTURE MODERNE, EN PARTICULIER EN AGROLOGIE

Une industrie agricole moderne se divise en un grand nombre d'organisations particulières et bien distinctes qui demandent beaucoup de connaissances techniques et scientifiques de la part de l'agriculteur. Les problèmes posés sont difficiles à résoudre, parce que des facteurs extérieurs, tels que les conditions climatologiques, amènent souvent des changements et des dispositions particulières qui ne se laissent pas ranger schématiquement dans le régime industriel. Vu que, d'autre part, l'activité générale du cultivateur considérée comme unité organique dans son effet final, détermine l'économie de son travail, il faut naturellement que toutes les organisations particulières soient examinées avec soin au point de vue du rendement de toute l'entreprise. Le travail du sol et son engraissement présentent, à cause de la considérable dépense de travail et d'argent qu'ils supposent, l'item le plus important du budget de l'agriculteur ; des notions justes ou fausses sont donc, surtout dans ce domaine, de primordiale importance, car ce sont elles qui déterminent les pertes ou les gains de l'entreprise.

D'une façon générale, l'agriculteur connaît bien sa terre, ainsi que ce qui entraîne le succès et l'insuccès de son travail. Mais ses connaissances ne reposent que sur des observations purement empiriques et sur les expériences pratiques acquises, dans certains cas, depuis des siècles. C'est seulement depuis quelques dizaines d'années que la science a entrepris de vastes recherches sur ces questions ; mais, malheureusement, les résultats de ces recherches n'ont pas encore pénétré partout. D'autre part, il est impossible de considérer le sol d'une façon purement schématique et de suivre des méthodes uniformes de culture. Avantageuse dans une région avec un type de sol donné, une méthode sera nuisible dans une autre région avec d'autres types de sols et d'autres

conditions climatologiques, parce que les phénomènes physiques et les réactions chimiques du sol sont de nature trop compliquée. C'est surtout là que la science doit intervenir, en établissant des lois et en trouvant une règle générale de classification des sols.

Classification des sols

Dans ce but, on avait entrepris l'interprétation scientifique des expériences pratiques dans les directions les plus diverses. Avant tout, mentionnons la direction chimique, qui a voulu résoudre le problème des sels nutritifs par l'analyse du sol au moyen de réactifs dissolvants. On essaya ensuite de donner des éclaircissements sur la réserve nutritive du sol en faisant des essais systématiques d'engraisement. Enfin, une autre école se servait de plantes en pot, de graines en germination, de cultures de bactéries ou de champignons pour déterminer, par ce genre d'expériences de laboratoire, la quantité de sels nutritifs mis à la disposition de la plante par un sol donné. Toutes ces expériences nous ont fait avancer d'un grand pas au point de vue scientifique, mais elle nous ont fatalement conduits à de graves erreurs d'interprétation, en nous amenant à appliquer les résultats obtenus en chiffres absolus dans certaines régions et dans certaines conditions à d'autres régions et dans des conditions différentes. Très récemment la chimie agricole a pris une nouvelle direction ; elle cherche à se dégager de l'étude des phénomènes particuliers, laquelle conduit seulement, mais toujours, à des valeurs absolues, et ne permettra donc jamais d'établir des lois générales.

D'après Vageler, toutes les questions que la pratique agricole pose à l'agronomie scientifique se ramènent aux trois suivantes :

1) En quoi consistent, dans *une région climatologique donnée*, les différences entre « bons » et « mauvais » sols, pour les différentes plantes culturales au point de vue physique et chimique ?

2) Comment et par quels moyens peut-on influencer rationnellement, dans des *conditions climatologiques données*, les propriétés physiques et chimiques défavorables du sol, par le travail mécanique, par l'engraisement et par le drainage ?

3) Comment peut-on éliminer, avec *un sol donné*, l'action défavorable des conditions climatologiques, par le drainage et l'irrigation? comment ces derniers doivent-ils être faits et quelles considérations physiques et chimiques sont-elles nécessaires pour que l'on puisse conseiller à l'agriculteur les mesures qui le conduiront au succès?

Pour juger et classifier un sol, il ne suffit pas, comme on l'a fait dans le passé, de répondre à la question : « De combien de sels nutritifs le sol dispose-t-il? » La question intéressante est plutôt : « Combien de sels nutritifs le sol met-il à la disposition de la plante? » La première question correspond à la conception jusqu'ici prédominante, conception purement statistique des problèmes agricoles. Presque toutes les méthodes d'analyse de sols suivies à l'heure actuelle se servent de « valeurs-limites » pour l'interprétation des chiffres analytiques obtenus. Mais n'oublions pas que toutes ces données statistiques sur la teneur et les propriétés du sol ne nous donnent aucun indice sur ses propriétés dynamiques.

Ce qui distingue de toutes les méthodes classiques la nouvelle façon d'envisager le problème agricole, c'est la possibilité qu'elle offre de *considérer le régime de l'eau et des « cations » du sol dans des conditions individuelles comme problème uniforme de la chimie physique*. En attaquant la question de ce côté, il sera possible, d'après Alten et Kurmies, de trouver les lois générales qui conditionnent l'action de l'eau et des bases ; la connaissance de ces lois générales permettra ensuite de traiter très facilement les cas particuliers.

A la suite des remarquables travaux d'Alten et de Kurmies, on obtenait des résultats très importants dans le domaine de la statique et de la dynamique de l'eau du sol. Mentionnons en passant que le problème de l'eau souterraine est en relation étroite avec les devoirs de l'agriculteur moderne, qui doit faire produire dans nos sols indigènes autant que possible de matières protéiques, par un intelligent système de rotation et par la culture plus étendue de certains légumes. Le régime des « cations » du sol est intimement lié à ces exigences modernes, et il doit occuper, en même temps que les problèmes de drainage, d'irrigation, d'engraisement et de désalaison qui en dépendent, le premier plan de notre intérêt. Sans éclaircissement de ces points qui

régissent les réactions chimiques du sol, il sera très difficile de donner des directives générales qui conduiront notre économie rurale et nationale au succès. Nous devons donc nous demander comment nous pouvons arriver à connaître les propriétés individuelles du sol et comment il est possible de régler l'alimentation des plantes pour obtenir une production maxima au coût minimum dans des conditions données. C'est ici qu'interviennent les sciences les plus modernes: la chimie physique, en particulier la chimie colloïdale et capillaire, qui nous permettront de comprendre ce qui se passe dans le sol et d'établir des lois.

Tout le monde sait que la terre arable est un produit d'effritement, de décomposition physique et chimique des divers types de roches rongées par le temps. Sa formation et sa composition sont influencées dans une large mesure par les facteurs climatologiques et par la végétation. A l'exception des très jeunes sols, son habitat dépend peu des roches-mères, mais beaucoup, même presque exclusivement, des conditions climatologiques. Nous distinguons donc, d'après Glinka, deux grandes sortes de terres arables: les sols endodynamomorphes, chez lesquels les caractères des roches-mères prédominent, et les sols ectodynamomorphes, dont le climat a fortement modifié la nature. Le dernier type est le plus répandu et est, au point de vue agricole, le plus important; c'est de lui surtout qu'il s'agira dans la suite de cet exposé.

Nous voudrions expliquer ici la décomposition des roches par les âges à l'aide d'un simple exemple. Le dolérite, roche basaltique cristalline et granulée, forme dans les régions tempérées et humides une terre argileuse grise, tandis qu'un dolérite tout à fait semblable donne, dans les régions tropicales, une terre rouge comme produit de décomposition. Ce même sol provient aussi, dans les tropiques, des roches acides, par exemple, du granit. Les climats tempérés et humides, les zones sous-tropicales et tropicales, les régions arides ont chacun des types différents de formation de sols. Ainsi dans la zone tempérée et humide prédominent les terres brunes, dans la zone sous-tropicale les terres rouges et jaunes, et dans la zone tropicale les terres argileuses très pesantes et les terres rouges sialitiques.

Nous nous limiterons à l'étude des terres brunes, les seules importantes dans notre pays. On distingue trois grandes

classes de terres brunes : la terre sablonneuse, dans laquelle les particules grossières prédominent, la terre argileuse, avec un excès de particules fines, et la terre glaise, un mélange des deux extrêmes précédents. Jusqu'à ces derniers temps, on ne se basait que sur l'histoire géologique et sur des caractéristiques microscopiques pour distinguer ces types de sols. Aussi la classification des sols, basée sur les méthodes classiques : analyse au tamis, extrait chlorhydrique et analyse chimique des principaux constituants nutritifs, ne peut que conduire à une impasse. Il est vrai que ces méthodes donnent d'ordinaire des résultats immédiats, en apparence satisfaisants, mais elles entraîneront à *la longue* une mauvaise interprétation des phénomènes du sol, un déplorable gaspillage d'engrais, un changement fatal de la constitution capillaire du sol, et, en dernier lieu, le fiasco économique de la classe agricole.

Physico-chimie du sol

Il a de nouveau été réservé à la chimie colloïdale de nous montrer comment attaquer ces questions qui ne se laissaient pas résoudre par les méthodes jusqu'ici employées. C'est le mérite de Wiegner de nous avoir offert ce nouveau moyen d'étudier l'état du sol, en nous donnant sa fameuse définition : « *Le sol est une dispersion réversible dont le degré de dispersion varie par addition d'électrolytes selon un équilibre de dispersion plus ou moins facile à déplacer.* » Cette unique phrase nous force à entrer dans la bonne voie et à nous faire une idée juste et claire des phénomènes du sol, car elle montre que les électrolytes présents dans la solution de sol peuvent en changer le système unilatéralement. L'importance extraordinaire de telles connaissances exactes sur l'échange des « cations » dans les colloïdes du sol devient encore plus évidente quand on songe aux travaux de drainage, d'irrigation, d'engraissement et de désalaison déjà mentionnés.

Théoriquement parlant, le sol de formation récente contient toutes les substances nutritives en quantités nécessaires pour suffire à une végétation intense, à l'exception de l'azote. Son état physique doit aussi être très favorable à la germination, de sorte qu'il présente, dans cet état théorique, le substratum idéal pour les plantes. Mais il

ne reste pas longtemps ainsi ; sa structure se transforme par l'action du temps, de la pluie, de la végétation, etc. ; en plus, il subit un changement de dispersion par perte de bases ; en d'autres termes, toute sa structure et sa composition chimique changent. Enfin, l'engraissement et le labour exercent aussi sur lui leur influence.

Il est très important de noter que les différents sels se comportent de façon assez différente au point de vue du changement de dispersion. Schulze a trouvé, en effet, que la valence des ions précipitants exerce une influence déterminative sur le changement de dispersion d'un système colloïdal, l'action coagulante des ions mono-, di- et trivalents présentant le rapport 1:17.5 : 350. Appliqué à nos sols, cela voudrait dire que le même changement de dispersion, provoqué par une solution de chlorure de potassium en solution m, m/10 et m/100, est aussi obtenu par un sel soluble de calcium contenant le même anion, donc le chlorure de calcium, et cela déjà en solution m/17.5, m/175 et m/1750 respectivement (m = solution molaire).

Il ne faudra pas cependant exagérer l'importance de cette découverte, car la valeur limite de la coagulation, dans les argiles par exemple, dépend dans une large mesure de la composition du complexe moléculaire. Ainsi, il n'est pas indifférent que le potassium ou le sodium soit présent dans le complexe, quoique ces deux métaux monovalents possèdent la même action coagulante, car le sodium a, grâce à sa plus haute hydratation, un pouvoir de dispersion beaucoup plus considérable que le potassium. De plus, le sodium provoque presque à lui seul le débouillage du sol (angl. *elutriation*), à la suite duquel la surface devient tapée et dure par lavage des plus fines particules qui émigrent vers les couches inférieures. Des sols riches en sels de sodium peuvent même se débouiller au point de rendre toute végétation impossible, tandis que le potassium donne un résultat contraire. D'où la conclusion nouvelle, que le potassium n'est pas seulement un agent de fertilisation, mais aussi un très fort « anti-débouilleur », c'est-à-dire un excellent produit pour l'amélioration des terres lourdes et trop tapées.

L'agriculteur provoque depuis longtemps ces phénomènes de coagulation en employant la chaux pour l'amélioration physique des sols. La chaux entre, par simple échange, dans le complexe argileux, où elle chasse des ions fortement

hydratants, abaisse la capacité de gonflement des particules et entraîne par suite la création de chambres d'air, c'est-à-dire une meilleure aération du système.

Le contraire aussi peut fort bien arriver : le débouillage, causé par des pluies torrentielles ou par la fonte des neiges, surtout dans le cas des sols qui n'avaient pas été labourés. En effet, dans nos climats, on voit parfois des sols qui ont une surface dure comme le plancher. Il est à remarquer que, dans ce cas, le débouillage n'est pas dû essentiellement à l'action mécanique de l'eau pénétrante ; le dégât est, au contraire, causé avant tout par le lavage des sels. Les particules d'argile, surtout les particules très dispersées, qui avaient assuré au sol sa structure grumeleuse, légère, passent de la forme coagulée à une forme de dispersion individuelle, qui rend le sol tellement dur que le labour en devient très difficile. Il est vrai que des phénomènes naturels viennent souvent à l'aide de l'agriculteur ; par exemple, le gel favorise d'une façon extraordinaire cette structure grumeleuse. Dans la terre labourée, il y a, par congélation, transformation de l'eau pure de la solution de sol, ce qui entraîne pour une certaine durée un enrichissement en électrolytes comme on ne pourrait jamais en obtenir dans des conditions ordinaires. L'agriculteur profite de ce fait déjà depuis des siècles en pratiquant la jachère. Mais celle-ci ne donnera son plein rendement que si le sol est assez riche en électrolytes. Si ces derniers font défaut, on doit en procurer à la terre par l'engraisement artificiel et par le chaulage.

La culture et le labour ont donc avant tout pour but de conserver au sol ces ingrédients précieux — les électrolytes — parce qu'ils sont ses fournisseurs d'éléments nutritifs et qu'ils aident à maintenir sa structure physique favorable. Le fumier et les autres engrais verts favorisent aussi cette structure, car les décompositions biologiques de l'engrais organique fournissent beaucoup d'acide carbonique ; cet acide transforme entre autres les métaux bivalents, surtout le calcium, en bicarbonate de calcium, qui est le seul composé calcique pouvant agir avec efficacité sur la structure du sol.

Jusqu'ici nous avons considéré le sol comme matière entièrement minérale, mais les amendements de fumier ou d'engrais verts que nous lui donnons en compliquent davantage les phénomènes internes par la formation des *substances*

humiques. Ce terme comprend un assez grand nombre de substances organiques compliquées à l'excès. Sans parler ici de leur recherche au point de vue chimique et physiologique,— ce qui serait chez nous un problème d'une nécessité et d'une importance capitale,— nous remarquons seulement que ces substances sont aptes à améliorer dans le sol les conditions d'irrigation et d'aération. Par leur propre décomposition, elles fournissent de l'acide carbonique, qui influence avantageusement les phénomènes d'échange du sol. Enfin, elles jouent aussi le rôle considérable de fournisseur d'éléments nutritifs à la microflore de la terre.

Tout agriculteur sait qu'il rend le sol plus meuble et plus friable par l'amendement de fumier, mais il sait aussi que le contraire peut se produire par l'emploi de certains fumiers verts, à moins qu'il prenne la précaution d'annuler cet effet désastreux de l'amendement organique par des mesures spéciales, par le labour et la rotation.

Nous parlons des dispositions pratiques de la rotation ; prenons comme exemple l'assolement quinquennal suivant : navets, froment, trèfle, seigle d'hiver et avoine. (Intentionnellement je ne fais pas intervenir le pâturage dans cet exemple plutôt théorique de rotation, vu que celui-ci rend les calculs incertains à la suite du retour à la terre d'une quantité d'engrais naturel difficile à évaluer.) Par ce système d'assolement, les cinq récoltes normales enlèvent au sol, par hectare, environ 300 kg d'azote, 480 kg d'oxyde de potassium, 300 kg d'oxyde de calcium et 200 kg de pentoxyde de phosphore. Par les analyses du sol, j'entends des analyses basées sur des méthodes modernes de chimie physique, il est maintenant possible d'étudier la réserve nutritive véritable et disponible, ainsi que la composition et la structure du sol. En plus, le registre des amendements — document capital de la comptabilité de l'agriculteur averti — nous renseignera sur la quantité d'éléments nutritifs ajoutée chaque année au sol sous forme de fumier ou d'engrais chimique. A l'aide de tous ces chiffres, le chimiste et l'agronome, les deux meilleurs amis du cultivateur, peuvent ensuite calculer la valeur nutritive de l'unité de surface d'une terre, puis, en partant de ces indications solides, donner les directives nécessaires sur l'engraisement pour une culture donnée. Mais, par malheur, il y a peu d'agri-

culteurs progressifs qui règlent le bilan nutritif de leurs terres selon ce principe. Dans la majorité des cas, on agit encore d'après une recette classique ou purement empirique et on consomme le capital nutritif du sol d'une façon unilatérale. Ceci a pour effet de déplacer l'équilibre chimique, et entraîne par le fait même des dégâts considérables, le gaspillage d'engrais, le débourage et l'acidification graduelle du sol.

Le labour

A la suite de ces considérations physico-chimiques, nous pouvons nous demander comment l'engraissement et le labour doivent être faits dans une entreprise agricole rationnellement dirigée. Après la récolte, nous voyons d'ordinaire l'agriculteur tenir la charrue dans son champ ; il fait un labour superficiel, afin de ne tourner que peu de terre avec les chaumes, puis il passe la herse. Ces travaux entraînent plusieurs modifications importantes dans la constitution du sol. Après la récolte et le lavage naturel du sol pendant la période de végétation, celui-ci perd des éléments nutritifs qui pourraient amener un changement considérable dans sa structure colloïdale et causer une dispersion élevée. Grâce au travail de la charrue et de la herse, les complexes agglomérés du sol sont divisés et les électrolytes mobilisés. La vie bactérienne, presque éteinte, est éveillée ; elle reprend son activité et recommence à former de l'anhydride carbonique, lequel transforme la chaux en bicarbonate de calcium ; ce dernier, grâce à son pouvoir de coagulation très prononcé, redonne au sol sa structure grumeleuse, sa « maturité ». D'autre part, les instruments mentionnés brisent les capillaires du sol et lui donnent un système d'aération régénéré et augmenté qui aura pour effet d'entraver la perte d'eau par évaporation. Enfin, ce labour aide à lutter avec succès contre les mauvaises herbes.

Mais, ce premier travail n'est pas suffisant pour préparer la terre à la culture. Après quatre ou six semaines, le cultivateur devrait labourer de nouveau, cette fois jusqu'à une profondeur d'environ 12 pouces ou davantage ; par cette opération, les couches plus profondes de la terre sont mécaniquement divisées et obtiennent la « maturité ». Les couches supérieures de la terre arable contiennent toujours la majeure

partie des sels solubles dans l'eau, car cette dernière, entraînant les sels en solution, monte sans cesse à la surface, grâce surtout aux forces capillaires, et seules des quantités d'eau relativement faibles sont drainées vers les profondeurs. Ce sont donc justement les couches supérieures qui doivent avoir, grâce à leur plus forte teneur en électrolytes coagulants, la structure grumeleuse et friable la plus favorable, laquelle diminue beaucoup l'évaporation de l'eau. Cette diminution de la perte d'eau superficielle protège les couches de terre plus profondes, en leur conservant de plus fortes quantités de sels dont la perte entraînerait la dispersion du sol.

Il faut se demander maintenant : le labour en profondeur se fait-il d'une façon conforme à ces considérations théoriques ? Non, et ce n'est pas la faute du cultivateur, car les machines aratoires que le marché lui offre ne lui permettent pas de le faire. Nous venons d'en voir la raison : la partie superficielle du sol de bonne structure grumeleuse, obtenue par le premier labour et la herse, est, lors du deuxième labour fait en profondeur, jetée dans les sillons et couverte par les masses de terre que tourne le versoir de la charrue. En d'autres termes, la terre inférieure très dense devient la couche supérieure et la bonne terre arable supérieure, grumeleuse et friable, devient la couche inférieure. La conséquence d'un tel labour est naturellement le débourbage immédiat, une forte évaporation de l'eau et la destruction partielle de la vie microbienne.

Afin de remédier à cet inconvénient sérieux, il faudrait inviter les manufacturiers de charrues à fabriquer un instrument construit selon ces nouveaux concepts, un instrument dont le soc serait d'un type nouveau et le versoir considérablement réduit. Un tel instrument a l'avantage, selon les essais pratiques de Römer, de laisser 70% des particules du sol remué à leur place, tandis que seulement 30% émigrent vers les couches inférieures. Ce succès est déjà encourageant, mais les manufacturiers devraient faire des efforts pour fabriquer un instrument simple et de prix modique qui, tout en labourant, laisserait *tout* le sol dans sa position originale. Une sorte de « scie à terre » qui trancherait le sol verticalement *sans le soulever et sans le renverser*, serait sans doute l'instrument idéal. Un régime d'eau plus favorable et une vie bactérienne optimum en serait le résul-

tat ; ils garantiraient la « maturité » du sol, dont la création est le premier commandement de l'agriculteur scientifique.

Les amendements

Le labour n'est pas toutefois l'unique facteur important dans la préparation de la terre à la culture ; l'engraisement rationnel est son complément indispensable. L'engraisement consiste à rendre au sol, chaque année, les éléments nutritifs qui se perdent ou qui lui sont soutirés par les cultures. Ces principaux éléments sont les suivants : carbone, oxygène, hydrogène, azote, fer, magnésium, calcium, phosphore, potassium, chlore et soufre, les onze éléments nécessaires au développement normal de toutes les plantes. Dès qu'un de ces éléments manque, aucune végétation n'est possible, malgré l'abondance de tous les autres. Mais aucun cultivateur ne songe à employer des engrais qui contiennent tous les éléments mentionnés, car la nature les met fort heureusement à la disposition des plantes en quantités plus que suffisantes, à l'exception de quatre : l'azote, le phosphore, le potassium et le calcium, qui doivent donc composer les engrais artificiels réguliers.

Mais dans le choix et dans l'application des engrais, on procède malheureusement encore d'une façon trop schématique. Je veux bien croire que le péché capital, l'engraisement unilatéral, devient de plus en plus rare, grâce à la popularité et à l'efficacité du service des agronomes. Le grand danger provient plutôt du fait que les engrais mixtes ne sont pas assez balancés, ce qui veut dire que l'interprétation des résultats, obtenus par les méthodes d'analyse chimique du sol, est trop générale et trop rigide. Nous avons déjà remarqué qu'il est impossible de trouver par les méthodes actuelles l'élément formant le « facteur limite », sans en gaspiller d'autres. Il est vrai que le cultivateur obtient quand même des résultats en apparence satisfaisants et de bonnes récoltes, mais il ignore qu'un excès de tel ou tel élément, n'exerçant sur le coup aucune influence défavorable, est non seulement une faute grave contre tous les principes de l'économie, mais peut encore donner naissance, après un certain nombre d'années de ce régime mal balancé, à toutes sortes de maladies du sol. Encore dans ce cas, il faut recourir aux méthodes modernes physico-chimiques,

car, elles seules, permettent de suivre l'effet d'un type d'engrais sur la structure physique et les propriétés colloïdales du sol.

Rappelons que les engrais artificiels sont des combinaisons inorganiques qui obéissent aux lois de la chimie physique, et qui, répandus sur le sol, agissent sur sa structure physique, soit comme agent dispersant, soit comme agent coagulant. Leurs cations entrent en échange avec les cations des complexes de sorption, la pluie lave une partie des solutions salines et les plantes en assimilent une autre. Ainsi s'opère dans le sol un déplacement continu de l'équilibre, ce qui entraîne un changement radical de la structure du sol. Ce changement est surtout très nuisible, lorsque le déplacement de l'équilibre provoque la diminution des substances basiques, et, par suite, l'acidification permanente du sol.

L'acidité du sol est un facteur de grand intérêt pratique, surtout dans un climat humide comme le nôtre. D'après Kappen, on distingue quatre formes d'acidité ; l'acidité active, l'acidité causée par la décomposition de sels neutres, l'acidité hydrolytique et l'acidité d'échange. Rigoureusement parlant, il n'y a que trois formes, car la quatrième est incluse dans la troisième ; elle n'est qu'un cas particulier de cette dernière. L'acidification du sol s'explique donc de la façon suivante : l'échange d'ions hydrogène contre les cations des complexes appauvrit le sol peu à peu en substances basiques. Dès qu'un engrais neutre, par exemple le muriate de potassium, agit en solution sur un tel complexe de sol, l'aluminium du complexe est échangé contre le potassium ; dans la solution apparaît alors le chlorure d'aluminium hydrolysé qui donne au sol son degré d'acidité.

La troisième forme d'acidité, par contre, est causée de façon tout à fait différente. Lorsqu'un sel hydrolysé, par exemple l'acétate de potassium, se forme dans le sol à la suite de l'application d'un engrais mal balancé, le potassium de l'acétate est additionné au complexe à la place des ions hydrogène et aluminium à la fois. L'acide acétique libre qui reste et les ions hydrogène de l'acétate d'aluminium hydrolysé, donnent alors l'acidité hydrolytique. Trénel et Alten ont prouvé que ce n'est pas la présence d'ions hydrogène libre, dans les limites ordinaires du pH du sol, qui est la cause première entravant la croissance des plantes, mais bien la formation d'ions aluminium libre, à cause de leur effet

toxique sur l'organisme végétal. Le mécanisme de cette intoxication par l'aluminium n'est pas encore définitivement établi, et il y aurait encore beaucoup de recherches à faire à ce sujet. Avec ces considérations, nous pouvons enfin terminer cette étude, trop sommaire, du cycle des phénomènes physico-chimiques.

Conclusions

La nouvelle direction à suivre en agrobiologie moderne nous est donc tracée par la chimie physique. Elle doit surtout nous libérer de tout empirisme, et nous permettre de tirer des conclusions quantitatives sur les phénomènes de dissolution et d'échange, qui, eux seuls, régissent la croissance normale des plantes. Le jour où nous adopterons la nouvelle méthode en chimie agricole, nous pourrons être assurés que le chemin ici indiqué conduira droit au but, et que, dès le commencement, nous pourrons donner des directives efficaces concernant l'engraisement, le labour, le drainage et l'irrigation du sol. En guidant ainsi l'agriculteur, on éliminera le tâtonnement si dispendieux et si désastreux, et on pourra lui indiquer les dispositions à prendre dans son industrie qui le conduiront au succès économique. C'est là, il me semble, le but noble et ultime de l'agrobiologie scientifique.

Joseph RISI, D. Sc., F. C. I. C.,
professeur de chimie organique
à l'Université Laval.
