

LA TECHNIQUE

AU SERVICE DE LA RECHERCHE PEDOLOGIQUE

par J.L. THIAIS

Quand on visite un laboratoire de chimie, on y retrouve, quelle que soit la spécialité à laquelle il se consacre, bien des appareils communs : les mêmes éprouvettes, les mêmes pipettes, entonnoirs, réfrigérants, et, sion les mêmes cornues chères à nos ancêtres, les mêmes ballons et les mêmes colonnes à distiller.

Est-ce dire qu'il n'y a qu'une Chimie, qui, tout en traitant des matières différentes, procède aux mêmes opérations de filtration, d'évaporation, et de distillation ?

Il n'en est pourtant rien, et il suffira d'un tour d'horizon rapide pour nous en convaincre. Il y a une Chimie des pétroles, une Chimie des parfums, comme il y a une Chimie des teintures et une Chimie nucléaire.

Si toutes ces branches demandent bien sûr des connaissances de base communes, elles divergent très rapidement, au point qu'elles ont pu, avec l'étonnant progrès réalisé depuis ce dernier demi-siècle, s'élever chacune au niveau d'une Science.

Chacune d'elles réclame des études spéciales, réalisées dans des écoles ou dans des Instituts créés à cet effet, ou au cours de stages plus ou moins longs, et toujours sanctionnées d'un diplôme ou d'un brevet qualifiant le technicien dans sa spécialité.

Les connaissances ainsi acquises, de plus en plus précises et étendues, du fait même de leur spécialisation, permettent la

30 OCT. 1975

O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

n° 7849 Peda.

conception et l'emploi de méthodes "révolutionnaires" utilisant des moyens et des appareils nouveaux et toujours plus perfectionnés, conduisant à un travail à la fois plus précis et plus rapide.

Il est à remarquer que la Chimie a souvent fait appel pour cela à la Physique, et que bien des analyses "chimiques" sont maintenant réalisées par des moyens "physiques" : analyse spectrale ou colorimétrique par exemple.

Nous nous bornerons aujourd'hui à passer rapidement en revue les appareils utilisés au laboratoire de Chimie des sols, et à dégager les importants résultats qu'ils nous permettent d'obtenir, joints à une technique appropriée.

Notons en passant toutes les difficultés que nous pouvons rencontrer en Chimie des sols, difficultés qui ne sont pas imputables aux analyses elles-mêmes, mais plutôt au milieu, qui présente une diversité et une hétérogénéité peu communes.

-----

La préparation des échantillons de terre prélevés sur le terrain, qui peut paraître très simple, est pour nous un problème crucial. Du soin qui y est apporté dépend la précision des résultats, toujours à cause de l'hétérogénéité du milieu. Deux appareils facilitent ce travail, tout en en assurant une qualité aussi parfaite que possible.

-. LE BROYEUR ELECTRIQUE, qui permet un broyage très fin (inférieur à 0,18 mm) des particules de terre, nécessaire pour certaines analyses, ces particules étant constituées, en plus ou moins grande proportion par des silicates et des quartz présentant une grande résistance à l'écrasement.

Ce broyeur est constitué d'un mortier en porcelaine spéciale entraîné par un moteur, sur lequel repose un pilon lourdement lesté, faisant pression sur la matière, et entrant ainsi en rotation par friction.

- L'ECHANTILLONNEUR, qui permet de prélever des fractions très faibles d'un échantillon (30 grammes sur 1 Kg par exemple) tout en conservant une représentation rigoureuse de la composition physico-chimique de l'échantillon.

Il comprend un distributeur à 28 ouvertures rectangulaires de 0,5 cm de large, avec écoulements disposés de telle manière que l'échantillon soit réparti uniformément entre deux récepteurs. Par exemple, en 4 opérations très rapides, on obtient 5 échantillons représentant la même quantité de matière de composition identique.

-----

Une des mesures les plus simples est celle de l'humidité des différents échantillons traités. Elle se pratique en général à l'étuve à 105°, en faisant sécher une quantité connue de terre jusqu'à poids constant. Cette opération demande au moins 4 heures.

Autrement plus rapide est l'HUMIDIMETRE, qui permet la même mesure en 10 à 15 minutes. Il utilise une lampe infra-rouge à rayons sélectionnés doués de propriétés énergétiques permettant l'évaporation très rapide de l'eau, du fait qu'ils agissent par pénétration et non plus par contact.

La dessiccation s'opérant sur le plateau même de la petite balance renfermée dans l'appareil, le résultat est immédiatement lisible sur le cadran destiné à cet effet.

.+.+.+.+.+.+.+.+.+.+

Le pH (concentration en ions hydrogène = acidité) intervient dans de nombreux processus chimiques et biologiques, et sa détermination présente un grand intérêt.

Cette mesure peut éventuellement être pratiquée par colorimétrie, à l'aide d'indicateurs colorés, bien que cette méthode s'applique plutôt à les liquides peu colorés et limpides, ce qui n'est pas le cas pour une suspension de terre dans l'eau.

Nous pratiquons donc une méthode électrométrique, utilisant le pH METRE, appareil comprenant deux électrodes (référence et mesure) accouplées à un amplificateur à courant continu. Ces deux électrodes, plongeant dans la solution ou la suspension à mesurer constituent une pile dont la force électro-motrice est fonction de la concentration du milieu en ions hydrogène. Un millivoltmètre de précision permet de lire directement la valeur du pH.

;;=;;=;;=;;=;;=;;=;;=;;=;;=;

L'analyse mécanique a pour but de déterminer la composition élémentaire (texture) du sol, c'est-à-dire d'en connaître la teneur en particules fines (argile et limon), et en sables.

Les particules fines sont séparées en phase aqueuse, diverses méthodes pouvant être employées à cet effet.

Les sables sont fractionnés et classés selon le diamètre des grains, par tamisage. Cette opération est rendue plus précise et plus rapide par l'emploi du VIBREUR ELECTRIQUE, ou MACHINE A SECOUER.

Cet appareil reproduit automatiquement les mouvements essentiels du tamisage qui sont la vibration et l'étalement du matériau de sorte que les particules se séparent suivant leur grosseur et passent à travers les mailles dans le minimum de temps. Plusieurs tamis (jusqu'à 6) peuvent être montés sur la platine, ce qui permet toutes les séparations voulues.

+//+//+//+//+//+//+//+//+//+

Certaines analyses ne requièrent pas d'un matériel spécial et nous ne décrirons pas les centrifugeuses, plaques chauffantes, appareils à distiller, colonnes à percolations, etc... qui y sont nécessaires, mais font partie du matériel classique de tout laboratoire.

;;;;;;;;;;;;;

Le dosage des principaux éléments du sol : calcium, potassium, sodium, magnésium, manganèse, phosphore, fer,... est l'un des plus importants puisqu'il permet d'en déterminer le potentiel chimique, et par suite sa vocation. Ces éléments existent sous des formes différentes, qui feront chacune l'objet d'un mode d'extraction différent, mais dont le dosage s'effectuera en général par les mêmes méthodes.

Il y a peu de temps encore, ces analyses étaient entièrement conduites par voie chimique, faisant intervenir parfois des réactions compliquées et demandant beaucoup de temps sans apporter en contre-partie une précision remarquable.

Nous disposons maintenant de deux appareils qui nous permettent un grand rendement, en même temps qu'une grande précision : le SPECTROPHOTOMETRE et le SPECTRO-COLORIMETRE.

L'analyse spectrale a pour origine une des qualités fondamentales de la matière : portée à un certain niveau d'énergie, elle est capable de la libérer sous forme de radiations. Ces radiations sont spécifiques et caractérisent les particules ou ions qui les émettent. L'intensité de ces émissions, obtenues dans des conditions données, est proportionnelle au nombre de particules émettrices. C'est sur ces deux propriétés que repose l'analyse spectrale quantitative.

Sur le plan pratique, l'appareil comprend une source d'excitation, constituée ici par une flamme acétylène-air comprimé, traversée par un aérosol contenant les éléments à doser. Chaque élément émet un spectre caractéristique, sélectionné par un filtre optique, et reçu sur une cellule photo-électrique sensible à la longueur d'onde émise. La propriété de cette cellule étant de transformer l'énergie lumineuse en énergie électrique, le dosage se ramène à une mesure électrométrique, à l'aide d'un galvanomètre sensible.

Les trois dosages les plus courants (calcium, potassium, sodium) peuvent ainsi être exécutés, à partir d'une même solution en moins d'une minute. Et il est possible de détecter, dans ces conditions des concentrations égales à 0,005 mg par centimètre cube.

/+ /+ /+ /+ /+ /+ /+ /+ /+ /+ /

Certains éléments pourtant n'émettent pas toujours dans la flamme un spectre dont l'intensité ou la longueur d'onde permette d'être utilisée pour la mesure qui vient d'être décrite. Nous voulons parler :

- des éléments dont l'intensité du spectre d'émission dans la flamme est insuffisante et où le courant créé doit être amplifié par un multiplicateur d'électrons (cas du magnésium)

- des éléments qui demandent, pour émettre un spectre utilisable une source d'excitation beaucoup plus puissante : arc ou étincelle (cas du cuivre, du bore, du cobalt...)

- de ceux qui n'existent dans le milieu étudié qu'à l'état de traces (oligoéléments).

Les mesures deviennent alors beaucoup plus complexes et demandent surtout des appareils coûteux et délicats que nous ne possédons pas encore ici.

: = : = : = : = : = : = : = : = : = :

Une autre technique physico-chimique apporte également une solution élégante au problème posé, c'est la spectrocolumétrie.

Le principe de ces dosages est le suivant : un faisceau lumineux traverse la solution colorée à analyser. De l'absorption de la lumière par la solution, on déduit la concentration de la substance absorbante.

Or, beaucoup d'éléments qui nous intéressent sont capables de donner des composés solubles colorés, l'intensité de la coloration (donc de l'absorption) étant fonction de la concentration de l'élément cherché.

C'est donc l'intensité de cette coloration, ou plutôt la densité optique que nous mesurons, le faisceau lumineux émergent étant reçu sur une cellule photo-électrique. Cette fois encore, le dosage se ramène à une mesure électrométrique, le courant débité par la cellule étant mesuré sur un galvanomètre sensible.

L'utilisation de cet appareil, associée à une technique appropriée permet de doser entre autres le fer, la silice, le manganèse (0,005 mg / cc), le magnésium (0,002 mg / cc), le phosphore (0,0005 mg / cc).

.;.;.;.;.;.;.;.;.;.;;

Un appareil remarquable, le POLAROGAPHE, permet lui aussi de doser des traces d'éléments dans les solutions d'extraction de sols ou de plantes.

Son principe en est tout à fait différent. L'analyse polarographique est en quelque sorte une électrolyse dans laquelle on applique une différence de potentiel uniformément croissante entre deux électrodes (l'une de référence, l'autre indicatrice). On mesure le courant passant entre ces deux électrodes dans la solution à étudier. On peut ainsi tracer les courbes de polarisation des







Les deux suivants servent également à cette caractérisation : le diffractomètre et le spectromètre X, qui utilisent suivant le cas la diffraction, l'émission ou l'absorption d'un rayonnement X. Le principe et la réalisation en sont beaucoup trop compliqués pour que nous puissions ici entrer dans le détail.

Sachons seulement que le principe en est basé sur le fait qu'un rayonnement X qui frappe ou traverse un corps produit un spectre spécifique qui peut être photographié ou enregistré graphiquement pour étude ultérieure.

— " — " — " — " — " — " —

Cet exposé, d'ailleurs incomplet, des moyens de travail nous a entraîné bien loin de la chimie des éprouvettes et des tubes à essais. De plus en plus d'ailleurs il sera question de chimie physique, ou de physico-chimie pour exprimer l'ensemble des techniques qui permettent de pénétrer de plus en plus profondément au sein de la matière.

Nous avons seulement essayé de montrer que la chimie des sols ne faisait pas exception au progrès et que la diversité et la capacité de ses moyens lui permettaient d'apporter une contribution importante à la recherche pédologique.

Mai 1961