

49

ROYAUME DU MAROC



P. J. J.

AL AWAMIA

REVUE DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE MAROCAINE



Direction de la Recherche Agronomique

— RABAT —

OCTOBRE 1973

SOMMAIRE

BERRADA EL AZIZI A. — A propos de l'emploi des techniques nucléaires par la Direction de la Recherche agronomique	1
SUTEU G., J. RODERBOURG & C.R. KIEK. — Méthode de détermination en pots de végétation, de la minéralisation de l'azote organique d'un sol par l'analyse de la plante en utilisant le principe de la dilution isotopique	13
SQALLI A. — Détermination du phosphore isotopiquement échangeable de 4 types de sols marocains	29
ROBERBOURG J. & G. THEWIS. — Etude de la retombée de la gerbe d'un insecticide (D.D.V.P. - 32) pulvérisé par aéronef équipé de micronair	51
SABA F. — <i>Tetranychus Ricinus</i> nov. spec. a spider mite of economic importance in Morocco	63
SABA F. — Les acariens nuisibles aux plantes cultivées au Maroc	69
ONILLON J.C. & M. ABBASSI. — Notes bio-écologiques sur l'aleurode floconneux des agrumes <i>Aleurothrixus Floccosus</i> MASK. (<i>Homopt.</i> , <i>Aleurodidae</i>) et ses moyens de lutte	99

Pour tous renseignements concernant
LES CAHIERS DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
et la revue AL AWAMIA
s'adresser à
Services d'Édition, d'Impression et de Diffusion
Institut National de la Recherche Agronomique
B.P. 415 RABAT R.P.

Règlement: par virement au compte courant postal REGIE DE RECETTES
DES SERVICES EDITION ET DIFFUSION « INRA », RABAT C/C 452 88.

ROYAUME DU MAROC



AL AWAMIA

REVUE DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE MAROCAINE



Direction de la Recherche Agronomique

— RABAT —

OCTOBRE 1973

A PROPOS DE L'EMPLOI
DES TECHNIQUES NUCLEAIRES PAR
LA DIRECTION DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

BERRADA EL AZIZI ABDELMOULA *

Les techniques nucléaires sont de plus en plus employées à des fins pacifiques. Utilisées avec prudence et imagination à des fins pratiques, elles peuvent aider à atténuer l'un des graves fléaux qui menacent la race humaine, en l'occurrence : LA FAIM.

En effet, exploités en agriculture pour leurs effets biologiques, les isotopes et les rayonnements contribuent à l'obtention rapide de résultats dans de nombreuses expérimentations visant l'amélioration de la production des denrées alimentaires et la réduction de leurs pertes.

Par leur propriété de marquage, les isotopes permettent de réaliser des recherches fructueuses dans plusieurs disciplines de l'Agronomie.

* Ingénieur Agronome (I.N.A. Paris), Chef de la Division Scientifique, Direction de la Recherche Agronomique, Rabat.

Al-Awamia, 49, pp. 1-12, octobre, 1973.

Leurs applications sont variées.

C'est en 1963 que la Direction de la Recherche Agronomique a introduit les techniques nucléaires dans ses programmes d'expérimentation.

A. En raison des aléas climatiques qui caractérisent notre pays, le premier travail effectué avec le concours de ces techniques s'est évidemment rapporté à l'étude de l'humidité des sols par l'emploi de la sonde à neutrons.

La technique utilisée permet de mesurer sur place l'humidité d'un sol sans trop le déranger.

La méthode de la sonde à neutrons étant très rapide, est donc beaucoup plus commode que la méthode classique de l'étuve.

Le principe de cette méthode repose sur le fait que les neutrons rapides issus d'une source d'environ 5 mCi, peuvent être ralentis par les atomes d'hydrogène par chocs élastiques successifs. Une partie des neutrons rapides est en quelque sorte thermalisée, et après avoir parcouru un certain volume de sol autour de la source est renvoyée vers la sonde pour y être détectée par un compteur de neutrons thermiques.

En pratique, l'opération se passe de la manière suivante :

— un tube de sondage est enfoncé dans le sol à une profondeur voulue et maintenu en place pour toute la durée de l'expérimentation ;

— la sonde est ensuite introduite dans le tube et est descendue à des niveaux choisis ;

— pour chaque niveau, une mesure est effectuée durant un laps de temps variant de 1 à 2 minutes ;

— le compteur enregistre le nombre de coups reçus pendant ce temps ;

— le nombre de coups reçus est proportionnel aux neutrons thermiques qui eux-mêmes sont proportionnels à la quantité d'hydrogène présente dans le sol.

Ayant préalablement étalonné la sonde en fonction de chaque type de sol au moment du placement du tube de sondage, il ne reste plus qu'à établir une relation entre le nombre de coups mesuré et la quantité d'eau présente dans la zone de sol explorée.

L'avantage énorme de cette technique réside surtout dans le fait qu'un nombre infini de mesures peut être ainsi fait au même endroit tout au long de l'année avec comme seule variable le degré hygrométrique du sol.

Cette technique a permis d'étudier des profils hydriques dans plusieurs régions irriguées : (Haouz, Tadla, Agadir, Meknès-Fès et Gharb) et de mesurer l'influence du système racinaire de diverses cultures sur la dynamique de l'eau dans les sols de ces régions.

Il est à signaler que cette méthode est également utilisée dans la mesure de l'humidité des denrées alimentaires stockées telles que les céréales entreposées en silos, les pommes de terre, les engrais, etc... dont le taux d'humidité doit rester inférieur à une certaine limite de manière à éviter d'éventuelles altérations.

B. En 1965, la Direction de la Recherche Agronomique a entamé des études sur le pouvoir nutritif des sols par l'intermédiaire des éléments marqués, principalement le P-32.

Ces études ont été entreprises dans le but de mesurer l'action d'un engrais azoté et phosphaté en fonction de sa formule, du mode et de l'époque d'apport ainsi que du degré de fertilité du sol.

Les résultats théoriques et pratiques enregistrés au cours des dernières campagnes agricoles ont confirmé l'extrême utilité d'appliquer des méthodes isotopiques dans le cadre des recherches agronomiques.

En collaboration avec l'A.I.E.A., la Direction de la Recherche Agronomique a procédé à l'étude de la fertilisation du blé dur et du blé tendre à l'aide d'engrais marqués à l'N-15 et au P-32. Par l'emploi d'engrais marqué, il est en effet possible de distinguer dans le blé l'azote ou le phosphore provenant du sol d'une part et ceux qui proviennent de l'engrais d'autre part. Les résultats de cette expérimentation ont donné toute une série de renseignements précieux sur l'utilisation de l'engrais chimique par la plante tels : la forme chimique, l'époque d'épandage, le fractionnement de la dose de l'engrais azoté en fonction de l'état végétatif de la plante, la localisation de l'engrais, compte-tenu de la climatologie (température et pluviométrie) et de la richesse du sol en éléments fertilisants.

Cette recherche a abouti aux conclusions suivantes :

1. Le nitrate d'ammoniaque appliqué en bande, en mélange avec

le superphosphate simple au semis assure la plus grande utilisation par le blé de l'engrais azoté.

2. Il est apparu que :

a. dans certains cas, la dose totale de l'engrais peut être appliquée en une fois au semis, car la plante prélève la plus grande quantité de l'azote au début de sa croissance et jusqu'à la moisson ;

b. dans d'autres cas, le fractionnement de la dose en deux parties, l'une appliquée au semis l'autre au tallage, n'a pas donné de différences significatives avec l'application unique de la même dose au semis.

De plus, les expériences ont confirmé que le mélange N-P augmente le prélèvement par la plante des deux éléments en comparaison avec les traitements où ils sont appliqués séparément.

Cas des plantes oléagineuses

L'accroissement de la production des plantes oléagineuses étant classé parmi les objectifs prioritaires de notre plan de développement, la Direction de la Recherche Agronomique a entamé à leur sujet des recherches qui ont pour objet l'étude de la fertilisation et de la rentabilité de la culture c'est-à-dire à la fois l'élévation du rendement et de la teneur en huile. Ce programme est axé principalement sur le tournesol.

L'expérimentation vise l'étude de l'efficacité de différentes méthodes d'application de l'engrais phosphaté au tournesol cultivé en irrigué dans trois régions différentes (Haouz, Saïs, Gharb). Dans les conditions de cette expérimentation, le superphosphate simple marqué au P-32 est apporté en surface et en bande à différentes distances de la plante, en mélange ou non avec l'engrais azoté.

Les résultats préliminaires ont conduit à l'observation suivante : l'application de l'engrais en bande dans le sillon s'avère plus efficace que la méthode d'application par épandage qui est encore la méthode la plus couramment employée.

L'emploi d'engrais radioactifs a montré aussi que l'effet énergétique de l'azote sur l'absorption du phosphore provenant du sol est très important. L'application du mélange d'engrais azoté et phosphaté dans la même bande stimule l'utilisation du phosphore provenant de l'engrais.

Un calcul économique simple indique par ailleurs que la modification à apporter au mode d'application des engrais, compensera pleinement leur prix de revient.

C. Un des autres objectifs prescrits à la Direction de la Recherche Agronomique dans ce domaine est d'établir la carte des sols en fonction de leur degré de fertilité vis-à-vis des principaux éléments nutritifs, donc en fonction de leur pouvoir nutritif. L'avènement des radiotraceurs permet en effet d'ajouter à la série classique des indices de fertilité trois paramètres applicables surtout à l'azote et au phosphore :

1. *La valeur « A »* qui représente la partie assimilable d'un élément nutritif d'un sol par une plante. Elle peut être déterminée soit en vase de végétation, soit en plein champ, en employant un engrais marqué, et en mesurant dans la plante la part de l'élément nutritif provenant du sol et celle provenant de l'engrais.

Par une formule simple, $\frac{A}{B} = \frac{a}{b}$ dans laquelle A représente le stock en élément nutritif du sol, B la quantité d'engrais radioactif appliqué au sol, « a » la quantité d'élément nutritif prélevée par la plante au sol et « b » celle prélevée à l'engrais. On détermine A en fonction de B, a et b lesquelles sont facilement mesurables.

La Direction de la Recherche Agronomique étudie cette valeur A pour plusieurs sols tant du point de vue phosphore que du point de vue azote. Les résultats obtenus en plein champ sont ensuite comparés à ceux acquis en vases de végétation, et qui ont permis par ailleurs de mettre en évidence l'influence de P et N sur l'estimation de la valeur A et, en ce qui concerne l'Azote, outre la détermination du coefficient d'utilisation par la plante de la partie libérée par le sol, de suivre également la variation de la vitesse de minéralisation de cette quantité libérée.

L'expérimentation est encore en cours.

2. *Les valeurs E et L* qui permettent d'apprécier le pouvoir nutritif d'un sol grâce aux échanges isotopiques qui s'y produisent.

Partant du principe que la plante se nourrit essentiellement à partir de la solution du sol, il importe de connaître la quantité d'élément nutritif que la « phase solide » d'un sol est capable de libérer dans la « phase liquide ».

La valeur « E » est déterminée au laboratoire en provoquant un échange isotopique entre le phosphore du sol et une quantité connue de phosphore radioactif. Au départ, bien entendu et pour les besoins du dosage, le sol est soumis à une dilution connue. Lorsque l'équilibre de l'échange isotopique s'établit, l'analyse de la solution finale permet de connaître la quantité de phosphore que le sol peut échanger avec la phase liquide. C'est encore par l'intermédiaire d'une formule simple que cette valeur E est déterminée :

$$E = b \left(\frac{S_a}{S_e} - 1 \right) \text{ dans laquelle :}$$

b représente la quantité de phosphore apportée par unité de sol,
 S_a , l'activité spécifique de la solution au temps 0,
 S_e , l'activité spécifique de la solution après équilibre.

La valeur « L » est déterminée de la même manière, mais en effectuant cette fois les analyses à partir d'échantillons de la plante qui a poussé sur le sol marqué au P-32 au lieu de mesurer directement le phosphore dans la solution du sol.

A partir de ces valeurs, la Direction de la Recherche Agronomique établira un classement des sols agricoles du Maroc.

D. Etudes de l'exsudation radiculaire de certaines plantes : principalement les légumineuses, en vue de mesurer leur contribution à la nutrition phosphatée des arbres fruitiers lorsque le verger est conçu avec des plantes de couverture.

Ces expériences sont menées en plein champ avec 3 arbres fruitiers : Olivier, palmier-dattier et clémentinier avec la luzerne comme plante de couverture.

L'hypothèse de travail est que la luzerne utilise la première le P qu'elle exsude par son système radiculaire sous une forme mieux assimilable par l'arbre concerné.

E. Etude des mouvements de sève dans les arbres forestiers : en collaboration avec la Station de Recherche forestière à Rabat, la Direction de la Recherche Agronomique a entrepris des études visant à connaître les modifications qui surviennent dans la distribution de la sève en fonction des coupes à blanc réalisées sur le chêne liège et l'Eucalyptus.

L'utilisation d'un radiotraceur devait mettre en évidence la distribution de la sève lorsque l'arbre est perturbé dans sa vie par l'élimination totale de la partie aérienne.

L'isotope a permis de conclure que dans le cas d'un déséquilibre total entre la partie aérienne et la partie souterraine, l'arbre se défend en supprimant la fonction physiologique d'une fraction de ses racines et de son système racinaire.

Si la succession des coupes est réalisée avec un rythme qui ne correspond pas à celui qui permet à l'arbre de rétablir son équilibre, la production diminue et l'arbre meurt bien avant d'avoir atteint sa limite d'âge.

F. Emploi des radiotraceurs dans un autre domaine en l'occurrence le marquage des insectes : les entomologistes et les phytiatres ont besoin de connaître la biologie des insectes nuisibles pour déterminer les moyens de lutte les plus indiqués à mettre en œuvre pour les combattre. Des renseignements sur les déplacements des insectes sont souvent indispensables. Dans ce cas également, le marquage des insectes par l'emploi d'isotopes radioactifs apporte un précieux concours.

Le radiotraceur à employer est choisi en fonction, entre autres, de la taille de l'insecte, de la durée de sa vie, de l'ampleur de ses déplacements et de son mode de vie.

En principe, l'isotope peut être appliqué de deux manières différentes soit par ingestion soit par marquage externe.

Le radiotraceur doit selon le cas avoir une période adaptée au but de la recherche et un rayonnement du type beta ou gamma détectable dans les conditions expérimentales.

Les expérimentations réalisées dans ce domaine par la Direction de la Recherche Agronomique portent sur :

1. Les punaises du blé (*Aelia & Eurygaster*)

Elles sont responsables de la diminution de la valeur boulangère des farines, car elles introduisent par leur rostre dans les grains de blé en épis, un liquide qui inhibe l'action du gluten. Ces punaises ont l'habitude de se déplacer suivant les conditions climatiques entre la montagne et la plaine céréalière de Fès-Meknès ; elles quittent la montagne (le Moyen Atlas) à l'approche de l'hiver, fuyant le froid pour se diriger vers la plaine où le blé a germé. Elles y

resteront jusqu'à la moisson, c'est-à-dire l'époque de l'année où le climat ne leur est plus favorable. A ce moment elles retournent vers la montagne à la recherche de conditions climatiques plus clémentes.

Un des meilleurs moyens de lutte mis au point contre cet insecte est celui qui consiste à contrecarrer sa multiplication par le lâcher d'un autre insecte (*Asolcus*) qui a la propriété de pondre ses œufs précisément dans les œufs d'*Eurygaster* et dont la larve est friande de l'embryon d'*Eurygaster*. La parfaite connaissance du déplacement de ces insectes permet donc de rendre plus efficace le lâcher de l'insecte utile. A cet effet, le marquage est nécessaire et l'on procède à celui dénommé marquage par ingestion avec un isotope dont la période est suffisante pour la durée de l'expérience et dont le rayonnement détecté facilement permet de suivre l'évolution des sujets lâchés dans la nature. Là aussi, c'est le phosphore radioactif qui est choisi.

Les résultats de cette expérimentation sont aujourd'hui exploités au maximum. Des élevages d'*Asolcus* et de punaises sont actuellement entrepris par le laboratoire de campagne de Meknès relevant de la Direction de la Recherche Agronomique.

2. Le criquet pèlerin

En lutte anti-acridienne, il est quelquefois difficile de connaître avec exactitude si un essaim de criquets a déjà été touché par le produit de traitement ou non, car la dose tolérées du produit employé n'est en général efficace, à 100 %, qu'après 24 et 48 heures.

Il arrive donc qu'un essaim reçoive deux pulvérisations dont une, inutile, ne fait qu'engendrer une élévation du coût de la lutte. Il en résulte qu'il faut pouvoir distinguer les essaims n'ayant pas été touchés par le produit de ceux qui l'ont été. On a été amené ainsi à mener des expérimentations sur le marquage du criquet ; l'isotope employé a été l'or radioactif.

Les expérimentations ont eu lieu dans la région du Souss sur des essaims qui ont été combattus par pulvérisation aérienne et qui ont pu être suivis avec certitude dans leurs déplacements durant 4 jours.

A signaler, en passant, que les conditions de traitements phytosanitaires par voie aérienne sont aussi contrôlables par l'emploi d'in-

secticides marqués, surtout quand il s'agit de traitements à bas volume, d'environ 4 litres/ha. Les résultats de l'étude de la retombée de la gerbe d'un insecticide, le D.D.V.P. pulvérisé à bas volume à partir d'un aéronef équipé de micronairs feront d'ailleurs comme les autres points déjà cités, l'objet de communications détaillées au cours de ce séminaire.

3. Parasites du cotonnier

Dans ce cas également, le marquage des parasites était nécessaire pour connaître leur biologie et leur évolution. Les premiers résultats de l'étude sont d'ores et déjà exploités et ont contribué à faire passer le rendement moyen du cotonnier dans le Tadla de 11 quintaux à plus de 17 quintaux par hectare lors des campagnes 71-72 et 72-73.

4. Une étude analogue est actuellement en cours sur le Stubborn chez les Agrumes

Le Stubborn est un mycoplasme qui vit principalement dans les vaisseaux libéroligneux des agrumes et qui a été mis en évidence dans les feuilles grâce au microscope électronique. Sa présence semble liée à une carence en oligo-éléments, notamment le zinc.

Aussi cherche-t-on actuellement à étudier cette maladie des agrumes en suivant la modification du métabolisme du zinc grâce à l'emploi de zinc marqué.

Ce sont là, relatés d'une façon très succincte, les principaux domaines dans lesquels la Recherche Agronomique emploie jusqu'à présent des techniques nucléaires. Il est évident que la plupart des travaux cités seront poursuivis. Leur nombre ira sans aucun doute en croissant. Déjà pour la période du plan quinquennal 1973-77, il est inscrit l'étude de l'application de faibles doses d'irradiation pour obtenir des variétés à haut rendement de certaines cultures ou pour stimuler la croissance de certaines autres. Cette étude sera certainement longue, mais elle est réalisable puisque des travaux similaires effectués dans certains pays ont déjà abouti à des résultats encourageants.

ملخص

يبين المؤلف في هذه الدراسة أن الطرائق النووية المستفاد منها في الفلاحة تسمح بارتفاع المحاصل ، وذلك بفضل مفاعيلها الاحيائية . ويشير بعد ذلك الى الميادين التي تستعمل فيها ادارة البحث الزراعي هذه الطرائق ، وهي :
 (تقدير رطوبة التربة ، تحديد نتيجة استعمال الاسمدة ، وخصب التربة ، وسم طفيليات المزروعات ، الخ...)
 وأخيرا يدلنا الباحث على النتائج المرضية التي يحصل عليها بواسطة الطرائق النووية .

RÉSUMÉ

Dans cette note, l'auteur indique que les techniques nucléaires exploitées en agriculture permettent, grâce à leurs effets biologiques, d'améliorer les rendements.

Il énumère ensuite les différents domaines dans lesquels la Direction de la Recherche agronomique utilise ces techniques (mesure de l'humidité des sols, détermination de l'action des engrais de la fertilité des sols, marquage des parasites des cultures, etc...) et les résultats encourageants auxquels ils ont abouti.

RESUMEN

En esta nota, el autor hace mención de las técnicas nucleares explotadas en la agricultura, permitiendo gracias a sus efectos biológicos de mejorar los rendimientos.

El autor cita después los diferentes dominios, en los cuales, la Dirección de las Investigaciones Agronómicas, utiliza estas técnicas (medida de la humedad de los suelos, determinación de la acción de los abonos, en la fertilidad de los suelos, marcaje de los insectos parásitos de las plantas cultivadas, etc.) y los resultados alentadores a los que han llegado.

SUMMARY

In this article, the author points out that nuclear techniques used in agriculture, owing to their biological effects, enable the agriculturists to obtain better yields.

The enumerates next the different fields in which the directorate of Agronomical Research makes use of these techniques (soil humidity determination, fertilizers performances and soil fertility appreciation, crops pests labeling, etc...) and the hopeful results obtained.