

Le champignon *Ramularia collo-cygni* provoque une forme de grillures sur les feuilles d'orge d'automne et de graminées adventices

P. FREI et D. GINDRAT, Station fédérale de recherches en production végétale de Changins, CH-1260 Nyon

@ E-mail: peter.frei@rac.admin.ch
Tél. (+41) 22/36 34 444.

Introduction

Plusieurs types de taches foliaires, réunis sous le terme de *grillures*, s'observent sur les céréales, et sur l'orge en particulier (fig. 1). Les grillures se manifestent généralement dès les stades BBCH 37-39 (apparition de la dernière feuille) et jusqu'à la maturité de la culture. Très rarement liées à l'activité d'un agent pathogène commun, elles surviennent surtout pendant une période de fort ensoleillement suivant un temps couvert et ont ainsi été attribuées à un stress climatique (OBST *et al.*, 1995; GINDRAT et FREI, 1999). Toutefois, le champignon *Ophiocladium hordei* Cavara, primitivement décrit par CAVARA (1893), a déjà été isolé de symptômes voisins des grillures sur du triticale et d'autres graminées par SUTTON et WALTER (1988). Ces mêmes auteurs l'ont renommé *Ramularia collo-cygni*. Signalé en Autriche (HUSS *et al.*, 1987; 1992), il a été décrit comme un parasite grave de l'orge d'automne et de printemps. En Allemagne, *R. collo-cygni* a provoqué des pertes de rendement de l'ordre de 16% sur orge d'automne (HUSS et SACHS, 1998). Le problème des grillures est préoccupant en raison de la confusion possible avec les symptômes de *Drechslera teres* (taches brunes) et de l'oïdium (SACHS *et al.*, 1998). En 1999, l'examen des grillures foliaires observées en Suisse sur plusieurs variétés d'orge d'automne et sur chiendent (*Agropyron repens*) a révélé la présence occasionnelle de *Ramularia collo-cygni*. Nous présentons ici les résultats des isolations, de la culture sur milieu nutritif et de tests d'inoculation de ce champi-

Résumé

Ramularia collo-cygni Sutton et Walter a été isolé de feuilles de trois variétés d'orge d'automne en trois régions de Suisse, ainsi que d'*Agropyron repens*. Comme il est difficile de cultiver *R. collo-cygni* en laboratoire et d'en obtenir des spores en masse, un milieu nutritif favorable à la production de spores a été mis au point. En environnement contrôlé, l'inoculation d'orge d'automne, d'*A. repens* et d'*Apera spica-venti* par les spores de plusieurs isolats a provoqué des grillures foliaires sous forme de très petites taches brunâtres en ligne. Un autre type de grillures, à taches plus grandes rappelant des symptômes observés au champ, est apparu sur les plantes d'orge inoculées et non inoculées. Aucun champignon n'en a été isolé. Ce second type de grillures est attribué à l'effet du climat des chambres climatisées (alternance de jours à fort éclaircissement et de nuits).



Fig. 1. Grillures sur orge d'automne au champ. Ces symptômes peuvent se présenter soit sous forme de petites taches en stries (A), soit de nécroses plus grandes (B). (Photos SPP Grange-Verney.)

gnon sur orge, chiendent et jouet-du-vent (*Apera spica-venti*) en environnement contrôlé.

Matériel et méthodes

Détection de *R. collo-cygni*

Les feuilles présentant des grillures sont lavées dans de l'eau stérile contenant 0,1% de Tween 20, puis rincées pendant une heure à l'eau courante. Pour ne pas nuire à des micro-organismes sensibles, aucun désinfectant n'est utilisé. Les feuilles sont alors étalées sur papier buvard stérile et humide dans des boîtes en plastique transparent et incubées à 15 °C sous UV lointains en permanence. L'observation des feuilles à la loupe binoculaire a lieu après 3, 5, 7 et 14 jours. Les spores des colonies supposées être *R. collo-cygni* sont récoltées à l'aide d'un scalpel et placées au centre d'une boîte de Petri contenant le milieu PDAa (Difco Potato Dextrose Agar contenant 25 ppm d'auréomycine). Une goutte (0,3 ml) d'eau stérile est déposée sur les spores. Cette suspension est ensuite étalée stérilement sur toute la surface du milieu. Après une incubation de 2 à 5 jours au laboratoire, les spores germées sont déposées une par une sur PDAa. Après 7 jours, *Ramularia collo-cygni* a formé des petites colonies de mycélium blanc et très dense en forme de petites pustules dures.

Tests d'inoculation

Production des spores de *R. collo-cygni*

La croissance très lente et compacte de *R. collo-cygni* a nécessité la recherche d'un milieu de culture plus favorable à la production d'une grande quantité de spores. Les milieux suivants ont alors été testés: Oat Meal Agar, Difco (= OMA): un quart de la concentration indiquée; Corn Meal Agar, Difco (= CMA): 17 g/l; jus de légumes-agar (= LA): 200 ml «cocktail de légumes Biotta» + agar technique (Oxoid) 12 g/l; paille-son de blé-agar (= PSA): 10 g de paille de blé finement hachée + 10 g de son de blé sont stérilisés 20 minutes dans 1 l d'eau déminéralisée et, après filtration, le volume est ajusté à 1 l et 15 g d'agar technique sont ajoutés avant une seconde stérilisation.

La mesure de la croissance mycélienne (diamètre des colonies) est réalisée après 7 jours d'incubation à 20 °C. L'évaluation de la densité de la sporulation est effectuée à l'hémacytomètre de Thoma après 20 jours à 15 °C à une photopériode (UV lointains) de 12 heures (récolte des spores d'une boîte de Petri dans 2 ml d'eau). Chaque mesure est répétée sur quatre cultures. L'expérience est pratiquée deux fois. Après comparaison de ces milieux, PSA a été choisi pour la production des spores destinées aux inoculations. Six disques (diamètre 5 mm) prélevés dans une colonie de *R. collo-cygni* sur PSA sont déposés dans chaque boîte du même milieu. Après 4 semaines à 15 °C à une

photopériode (UV lointains) de 12 heures, les spores des colonies ainsi formées sont récoltées dans de l'eau stérile (3 ml/boîte) et la suspension filtrée à travers une gaze (mailles de 0,1 mm). La densité de la suspension est mesurée au moyen d'une cellule hémacytométrique de Thoma.

Production des plantes hôtes et inoculation

La production des plantes hôtes (orge d'automne cv. Plaisant, chiendent [*Agropyron repens*] et jouet-du-vent [*Apera spica-venti*]) a été réalisée en chambre climatisée dans les conditions climatiques suivantes: du 1^{er} au 28^e jour, jours de 16 heures (12 °C, 60% d'humidité relative de l'air (HR) et nuits de 8 heures (8 °C, 80% HR); dès le 29^e jour, la température est réglée à 18 °C le jour et à 15 °C la nuit, les valeurs de HR restant les mêmes. L'éclairage diurne maximal est de 15 000 lux (lampes MT 250 DL / E40, Iwasaki Electronic Co. Ltd).

Le semis (plantation des rhizomes pour *A. repens*) dans des pots en plastique de 8 cm de diamètre a été effectué dans un mélange de terre préalablement autoclavée deux fois (deux parts de terre franche/trois parts de compost/1 part de sable). Les plantes destinées à l'inoculation au stade BBCH 39 (apparition de la dernière feuille) ont été rempotées après 28 jours en pots de plastique (diamètre 14 cm) dans le même mélange de terre, alors que les plantes à inoculer à des stades plus précoces ont été conservées dans les petits pots. Pour chaque isolat de *R. collo-cygni*, sept plantes ont été inoculées par un spray fin d'une suspension de spores (10⁴ à 6 x 10⁴ spores/ml) et immédiatement placées dans une chambre humide (100% HR) pendant 48 heures. Sept plantes témoins ne reçoivent qu'un spray d'eau distillée. L'infection et l'incubation des plantes ont été menées dans les mêmes conditions

climatiques que la production des plantes après le 29^e jour.

Dans une première expérience, l'inoculation des 24 isolats obtenus et d'une souche allemande de référence (tabl. 1) a été pratiquée au stade BBCH 39 sur *H. vulgare* 80 jours après le semis. Dans les expériences suivantes, seules six souches de *R. collo-cygni* ont été retenues (tabl. 2). L'inoculation a été pratiquée aux stades BBCH 32 (deux nœuds) pour *H. vulgare* et *A. repens* et au stade BBCH 25 (fin tallage) pour *A. spica-venti*, soit 60 jours après le semis ou la plantation. Dès l'apparition des premiers symptômes de grillures, la détection de *R. collo-cygni* est réalisée comme décrit précédemment et les isolats obtenus sont comparés aux isolats initiaux.

Résultats

Détection de *R. collo-cygni*

R. collo-cygni a été identifié sur trois variétés d'orge d'automne dans les cantons de Vaud et de Thurgovie, ainsi que sur *Agropyron repens* en bordure d'un champ de blé d'automne (tabl. 1). Le champignon n'a pas été détecté sur des plantes n'ayant pas atteint le stade BBCH 45. Il a été fréquemment obtenu de petites taches foliaires brun clair (3 à 5 mm x 1 à 2 mm), disposées en stries et limitées par les nervures. Au cours de l'incubation sous UV, une légère coloration rose a souvent été observée autour de ces taches. Les stromas émergent toujours des stomates, d'abord à la face inférieure et ensuite à la face supérieure des feuilles (fig. 2). Le diamètre des stromas est de 30 à 70 µm et

Tableau 1. Isolats de *Ramularia collo-cygni*.

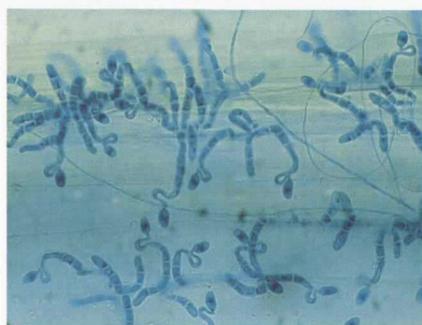
Plante hôte	Lieu	Nombre d'isolats ^a
<i>Hordeum vulgare</i> cv. Plaisant	Changins s/Nyon (VD)	12
<i>Hordeum vulgare</i> cv. Baccara	Ellighausen (TG)	3
<i>Hordeum vulgare</i> cv. Gerbel	Saint-Triphon (VD)	6
<i>Hordeum vulgare</i>	Allemagne ^b	1
<i>Agropyron repens</i>	Aclens (VD)	3

^aUn isolat provient d'une lésion sur une plante.

^bLegs de M^{me} Dr E. Sachs (Allemagne).

Tableau 2. Isolats de *Ramularia collo-cygni* retenus pour les tests sur milieux nutritifs et les inoculations sur l'orge et deux graminées adventives.

Isolat n°	Provenance
762	<i>Hordeum vulgare</i> (Allemagne)
767	<i>Hordeum vulgare</i> cv. Plaisant (Changins)
768	<i>Hordeum vulgare</i> cv. Gerbel (Saint-Triphon)
769	<i>Hordeum vulgare</i> cv. Plaisant (Changins)
777	<i>Hordeum vulgare</i> cv. Baccara (Ellighausen)
779	<i>Agropyron repens</i> (Aclens)



◁ Fig. 2. Sporulation de *Ramularia collo-cygni* sur la face supérieure d'une feuille d'orge d'automne (infection naturelle).

ils sont constitués de plusieurs conidio-phores hyalins à parois fines. Ces conidio-phores (35 à 50 μm de longueur) sont de forme typique en col de cygne et ne portent qu'une seule conidie. Les spores hyalines, unicellulaires, ovales à légèrement ellipsoïdes et finement granuleuses, ont une taille de 7,5 à 10,0 μm x 5,0 à 6,0 μm et présentent un petit stigmaté à leur base. *Dydimella exitialis* est constamment identifié sur les mêmes feuilles (sauf sur *A. repens*). Sur certaines feuilles, la production d'ascospores de ce champignon est si abondante que l'isolement de *R. collo-cygni* en culture pure est impraticable.

Culture de *R. collo-cygni* sur divers milieux nutritifs

La croissance et la sporulation de six isolats de *R. collo-cygni* sur cinq milieux nutritifs sont présentées dans le tableau 3. Cette espèce est de croissance lente (1 à 2 mm/j selon l'isolat et le milieu). Le milieu PSA, souvent le moins favorable à l'extension du mycélium, est en revanche celui où les six isolats ont produits des spores en abondance. Aucun des autres milieux n'a permis la sporulation de tous les isolats. Un pigment rouge vif à violet ainsi qu'une odeur de terre rappelant celle des actinomycètes ont été constatés sur tous les milieux utilisés.



△ Fig. 3. Symptômes de *Ramularia collo-cygni* obtenus sur orge après inoculation artificielle.

Fig. 4. Taches sur orge d'automne non inoculée. ▷



Tests d'inoculation

Pour les premiers essais d'inoculation, toutes les souches ont été inoculées sur de l'orge au stade BBCH 39. Une semaine après l'inoculation, de petites taches nécrotiques brunâtres alignées entre les nervures et discrètes ont été observées sur les plantes inoculées (fig. 3). Ces symptômes sont identiques à ceux desquels *R. collo-cygni* a été primitivement isolé. Des taches plus grandes sont apparues simultanément sur les plantes inoculées et non inoculées (fig. 4). Aucune relation entre le nombre des spores inoculées et la fréquence et l'intensité des petites nécro-

ses n'a été constatée. Après incubation sous UV, toutes les souches ont été ré-isolées à partir des petites nécroses et comparées aux souches mères respectives. Tous les isolats correspondent à ceux initialement inoculés. Aucun champignon n'a été observé (microscopie, isolement) sur les taches qui se sont formées spontanément sur toutes les plantes et qui ont pris une grande ampleur dans les semaines suivant l'inoculation (> 70% de la surface foliaire affectée).

Sur les jeunes plantes d'orge, sur *Agropyron repens* et *Apera spica-venti*, les six isolats retenus, dont la souche de référence 762 (tabl. 2), ont provoqué

Tableau 3. Croissance et sporulation de *R. collo-cygni* sur divers milieux gélosés^a.

Isolat ^b	Croissance mycélienne (mm) ^c					Intensité de la sporulation ^d				
	LA	PDAa	OMA 1/4	CMA	PSA	LA	PDAa	OMA 1/4	CMA	PSA
762	7,2 B	11,4 A	13,2 A	10,6 A	8,0 B	10.000	0	5.000	0	20.000
767	10,6 A	9,6 A	10,9 A	11,1 A	7,9 B	0	0	15.000	0	25.000
768	9,6 B	9,2 B	12,6 A	10,0 B	9,1 B	0	0	0	0	30.000
769	10,7 AB	10,1 AB	14,0 A	11,2 A	8,0 B	0	10	10	0	20.000
777	10,9 A	10,6 A	11,2 A	8,4 A	7,1 B	0	0	0	10.000	90.000
779	9,0 BC	10,5 A	9,5 AB	7,0 CD	6,5 D	0	0	0	0	35.000

^aMoyennes de 2 essais avec 4 répétitions (boîtes de Petri) chacun. LA: agar au jus de légumes; PDAa: potato dextrose agar + auréomycine; OMA 1/4: oat meal agar (concentration 1/4); CMA: corn meal agar; PSA: agar à la paille et au son de blé.

^bVoir tableau 2.

^cDiamètre des colonies à 7 jours à 20 °C. Les moyennes d'une ligne suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes (P = 5%) selon le test de Duncan (Widas-PC[®]).

^dNombre de spores/ml (évaluation à l'hémacytomètre). Les spores de chaque boîte sont récoltées dans 2 ml d'eau.

les petites taches nécrotiques brunâtres en ligne déjà observées sur orges inoculées plus âgées, à l'exception de l'isolat 767 sur *A. spica-venti*. Tous les isolats inoculés ont été réisolés des symptômes produits sur les trois plantes hôtes dans deux essais consécutifs. Sur toutes les orges inoculées, les nouveaux étages foliaires non atteints par l'inoculum ainsi que les barbes et les inflorescences présentaient les taches plus grandes déjà observées dans l'expérience précédente. Aucune trace de *R. collo-cygni* ni d'aucun autre champignon n'a été décelée sur ces organes.

Remerciements

Nous remercions le Dr E. Sachs (Biol. Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Kleinmachow, D) pour la souche de référence de *R. collo-cygni*.

Bibliographie

- AHRENS W., SCHOPFER M., 1983. Schadaufreten des *Ascochyta*-form von *Didymella exitialis* an Getreide. *Meded. Fac. Landbouw. Rijksuniv. Gent* **48**, 713-722.
- CAVARA F., 1893. Über einige parasitische Pilzkrankheiten auf dem Getreide. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten* **3**, 16-26.
- CROMEY M. G., GANEV S., BRAITHWAITE M., BODDINGTON H. J., 1994. *Didymella exitialis* in New Zealand. *New Zeal. J. Crop. Hortic. Sci.* **22**, 139-144.
- GINDRAT D., FREI P., CORBAZ R., DO T. D., 1991. Cas notables de maladies des plantes provoquées par des champignons en Suisse romande en 1988-1990. *Revue suisse Agric.* **23** (3), 155-162.
- GINDRAT D., PEZET R., 1994. Le paraquat, un outil pour la révélation rapide d'infections fongiques latentes et de champignons endophytes. *J. Phytopath.* **141**, 86-98.
- GINDRAT D., FREI P., 1999. Les «taches physiologiques» ou «grillures» des feuilles des céréales. *Revue suisse Agric.* **31** (3), 119-125.
- HUSS H., MAYRHOFER H., WETSCHNIG W., 1987. *Ophiocladium hordei* CAV. (*Fungi imperfecti*), ein für Österreich neuer parasitischer Pilz der Gerste. *Pflanzenarzt* **40**, 167-169.
- HUSS H., MAYRHOFER H., INGOLIC E., 1992. *Ramularia collo-cygni* Sutton & Waller (*Fungi imperfecti*), ein wirtschaftlich bedeutender Parasit der Gerste in der Steiermark. *Mitt. Naturwiss. Vereins Steiermark* **122**, 87-95.
- HUSS H., SACHS E., 1998. *Ramularia*-Blattflecken- oder Sprengelkrankheit der Gerste. *Pflanzenarzt* **51**, 15-18.
- OBST A., BAUMER M., HUBER G., 1995. Nichtparasitär bedingte Blattverbräunungen bei Gerste – ein Problem mit zunehmender Bedeutung. *Gesunde Pflanzen* **47**, 308-314.
- OBST A., 1998. Blattverbräunungen bei Getreide ohne Erreger – Ursachen und Vorbeugemassnahmen. *Bodenkultur und Pflanzenbau* **7**, 21-29.
- RIESEN T., SIEBER T., 1985. Endophytic fungi in winter wheat (*Triticum aestivum* L.). EPF Zürich, 190 p.
- SACHS E., AMELUNG D., KLAPPACH K., 1998. Die Symptome der Netzfleckenkrankheit der Gerste, hervorgerufen durch *Drechslera teres* (Sacc.), und deren Verwechslungsmöglichkeiten. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutz.* **50**, 58-63.
- SUTTON, B. C., WALLER, J. M., 1988. Taxonomy of *Ophiocladium hordei*, causing leaf lesions on Triticale and other Gramineae. *Trans. Br. Mycol. Soc.* **90**, 55-61.

Discussion et conclusions

Lors de nos expériences d'inoculation en environnement contrôlé, une application massive de spores de *R. collo-cygni* aux feuilles a provoqué une forme de grillures discrètes sur orge d'automne, chiendent et jouet-du-vent. Ainsi, **ce champignon est très probablement un parasite commun de l'orge d'automne – de même que d'autres céréales – et de certaines graminées adventices**. Il est passé relativement inaperçu jusqu'aux travaux de HUSS *et al.* (1987), probablement en raison des difficultés liées à sa détection. Certaines précautions doivent en effet être prises pour l'incubation des feuilles et l'observation du développement très discret du champignon à la surface des petites grillures est délicate. En revanche, ces mêmes expériences suggèrent que les grillures de plus grandes dimensions sont d'origine non parasitaire et qu'elles traduisent probablement une réaction de la plante à un stress climatique: les photopériodes diurnes à fort éclairage, caractéristiques des chambres climatisées utilisées dans ce travail, simulent dans une certaine mesure l'alternance de périodes ensoleillées et de périodes de temps couvert à laquelle l'ensemble des symptômes de grillures sur céréales ont été attribués (OBST *et al.*, 1995; OBST, 1998; GINDRAT et FREI, 1999).

Quelques questions restent néanmoins en suspens:

- La détection de *R. collo-cygni* sur les orges ne semble praticable que tardivement (après le stade BBCH 45): quelle est alors la source primaire des infections?
 - Première hypothèse: la source est extérieure (graminées adventices infectées?). Se pose alors la question du volume de l'inoculum capable d'infecter rapidement de grandes surfaces de cultures (les grillures apparaissent généralement de manière subite et généralisée).
 - Seconde hypothèse: le champignon se trouve à l'état latent dans les feuilles. Il se manifesterait seulement à partir d'un certain âge physiologique de la plante, voire à l'occasion de stress climatiques ou nutritifs. Quand a-t-il pénétré dans les plantes?
- Quel est le rôle des champignons du genre *Ascochyta* (forme sexuée à ascospores: *Didymella*) détectés sur les grillures au champ de manière beaucoup plus abondante et sur des périodes plus longues que *R. collo-cygni* (GINDRAT *et al.*, 1991; GINDRAT et FREI, 1999)? Ces champignons ont un stade endophyte (RIESEN et SIEBER, 1985; GINDRAT et PEZET, 1994). Leur pouvoir pathogène n'a été démontré que très occasionnellement (AHRENS et SCHOPFER, 1983; CROMEY *et al.*, 1994), mais cela peut être dû à la difficulté d'obtenir un inoculum suffisamment concentré en ascospores.

En conclusion:

- Ramularia collo-cygni* est un «nouvel» agent pathogène des céréales qui mérite des études et un suivi plus approfondis afin de mieux connaître sa biologie et son incidence sur la culture céréalière.
- Un type fréquemment observé de grillures des feuilles des céréales, en particulier de l'orge, est de nature non parasitaire et vraisemblablement lié au climat.

Zusammenfassung

Der Pilz *Ramularia collo-cygni* verursacht eine Form von Blattverbräunungen auf Wintergerste und Ungräsern

Ramularia collo-cygni Sutton und Walter wurde aus Blättern dreier Gerstensorten aus drei Regionen der Schweiz sowie aus Blättern der Quecke (*Agropyron repens*) isoliert. Da *R. collo-cygni* schwer kultivierbar ist und nur sehr schwach sporuliert, musste ein für den Pilz vorteilhafter Nährboden gefunden werden. Gerste, *A. repens* und *Apera spica-venti* wurden unter kontrollierter Umgebung (Klimakammern) mit den isolierten Stämmen infiziert, was kleine braune Blattflecken verursachte, aus denen wiederum *R. collo-cygni* rückisoliert werden konnte. Zur gleichen Zeit traten auf allen (infizierten und nicht infizierten) Gerstenpflanzen auch grössere Flecken auf, ähnlich denen, die häufig auf dem Feld zu beobachten sind. Aus diesen Flecken konnte kein Schaderreger isoliert werden. Sie wurden auf die grossen Beleuchtungsunterschiede in den Klimakammern zwischen Tag und Nacht zurückgeführt.

Summary

The fungus *Ramularia collo-cygni* induces a type of «sun scorch» on leaves of winter barley and gramineaceous weeds

Ramularia collo-cygni Sutton and Walter was isolated from leaf lesions on three winter barley cultivars in three regions of Switzerland and from *Agropyron repens*. Since growth and sporulation of *R. collo-cygni* are fastidious in culture, an agar medium was developed for optimal sporulation. Under controlled environment conditions, inoculation of winter barley, *A. repens*, and *Apera spica-venti* with conidia of *R. collo-cygni* caused very small brownish spots along leaf veins. Moreover, larger leaf spots were observed on both inoculated and non-inoculated barley. Somewhat similar symptoms are commonly observed in the field. No fungus was isolated from these larger lesions which are related to the effect of the climate of growth chambers (very bright days alternating with nights).

Key words: *Ramularia collo-cygni*, barley, couchgrass, silky bentgrass, physiological leaf spots, *Ophiocladium hordei*.

Chroniques

Guide des Analyses en Pédologie

(2^e édition)

D. BAIZE, Editions INRA, Paris, 2000, ISBN 2-7380-0892-5, 266 p., 180 FF.

Comme son titre l'indique, ce guide a pour but principal d'aider à choisir les analyses pédologiques et à en faire bon usage, en relation avec les problèmes posés. Sa seconde édition apporte plusieurs nouveautés (carbone, azote, phosphore, éléments traces, biologie) et actualise les connaissances.

On ne trouve dans cet ouvrage ni description des protocoles expérimentaux ni interprétation des résultats, mais en revanche des informations utiles sur le choix des méthodes, le prélèvement d'échantillons représentatifs, l'expression correcte et la cohérence des résultats. L'auteur insiste à juste titre sur l'importance des méthodes normalisées et de l'exécution des travaux par des laboratoires agréés, seules garantes de l'obtention de résultats comparables et irréfutables.

Bien que les aspects pédologiques soient privilégiés par rapport aux aspects agronomiques, de nombreux commentaires, en particulier ceux qui concernent la représentativité de l'échantillon (horizon), l'importance de l'histoire culturelle récente et le fonctionnement global du sol, trouvent une application directe dans l'étude de la fertilité du sol.

A quelques exceptions près (page 38,

confusion entre plantes à cycle photosynthétique C3 et C4), l'information donnée est claire et les références françaises et étrangères nombreuses. L'auteur rappelle également que l'analyse du sol étaye et confirme les hypothèses avancées, mais ne remplace pas totalement le savoir et l'expérience acquis sur le terrain.

J.-A. Neyroud

Le Grain de Blé, Composition et Utilisation

Pierre Feillet, Editions INRA, Paris, France, 2000, 308 pages, 330 FF (50,31 euros).

Ce livre aborde de manière détaillée le grain de blé, sa composition et son utilisation. Le premier chapitre est consacré aux propriétés structurales du grain et à sa transformation en farine et en semoule.

Les trois chapitres suivants traitent des composants biochimiques de la graine: les protéines, les enzymes, l'amidon, les pentosanes et les lipides, en détaillant leur rôle dans la panification. Le chapitre 5 décrit la transformation de la farine en pâte et de la pâte en pain avec toutes les étapes intermédiaires. Les

autres produits issus du blé, comme par exemple les biscuits et les pâtes alimentaires, sont décrits au chapitre 6. Dans les quatre derniers chapitres sont examinés les régulateurs des farines, les différentes méthodes pour apprécier la qualité, les aspects nutritionnels et pour terminer l'économie de la filière du blé.

Un sujet comme la transformation de la farine en pâte peut sembler simple à première vue. Cet ouvrage montre d'une manière claire et détaillée les mécanismes souvent complexes et tous les éléments qui influent sur la formation des pâtes. En outre, il est de lecture facile. Des tableaux, des schémas simples et des figures améliorent la compréhension. De courts récapitulatifs mettent l'accent sur les éléments importants des différents chapitres.

En résumé, cet ouvrage traite de manière détaillée tous les aspects de la graine de blé. Une courte bibliographie, à la fin de chaque chapitre, renvoie le lecteur à des ouvrages qui permettent d'approfondir différents sujets. Cet ouvrage peut être recommandé aux scientifiques, professionnels et étudiants intéressés ou concernés par la composition et par l'utilisation du blé, ainsi qu'aux enseignants et étudiants d'HES touchant au domaine de l'alimentation.

Gert Kleijer

Adresse pour la commande:

INRA Editions,
RD 10, F-78026 Versailles Cedex