

Caractéristiques microbiologiques du sol au niveau des emplacements de talus arasés : conséquences phytosanitaires

J.F. GARNOT, B. JOUAN et J.M. LEMAIRE (1)

INTRODUCTION

Le remembrement et l'aménagement du Bocage sont accompagnés de divers travaux connexes parmi lesquels l'arasement des talus, l'étalement de leur terre puis la mise en culture de celle-ci provoquent des perturbations profondes des équilibres microbiens préexistants dans le sol.

A divers égards ces opérations se rapprochent de la mise en culture de landes qui s'accompagne d'importantes modifications microbiologiques du sol favorables à l'installation de parasites d'origine tellurique (LEMAIRE et JOUAN, 1966).

Au cours des études réalisées dans le cadre de «l'action concertée bocage» nous avons tenté de comparer le talus puis son emplacement à la parcelle voisine en ce qui concerne d'une part les caractéristiques microbiologiques, d'autre part les possibilités d'installation de divers parasites dans le but de proposer des précautions culturales permettant d'éviter les accidents susceptibles de survenir ultérieurement.

I — MODIFICATIONS DES ÉQUILIBRES MICROBIENS DU SOL CONSÉCUTIFS AUX ARASEMENTS

L'étude qui a consisté à comparer les propriétés de divers échantillons de terre prélevés au niveau des

talus ou de leur emplacement à des échantillons «témoins» prélevés dans les parcelles adjacentes a comporté quelques analyses pédologiques et physico-chimiques et plusieurs analyses microbiologiques destinées à apprécier la richesse et l'activité des principaux groupes de micro-organismes (champignons, actinomycètes, bactéries, groupement fonctionnels). Cette activité microbienne a été estimée à l'aide des deux paramètres A (indice d'activité) et I D M (indice de dilution moyenne) respectivement définis par ROIGNANT *et al.*, (1973) et POCHON et TARDIEUX (1963). La valeur de ces indices est d'autant plus élevée que l'activité microbienne est grande.

Il a été possible de caractériser la microflore du talus, de suivre son évolution après arasement, sur une période de sept ans, de noter l'incidence de certaines cultures (orge ou ray-grass).

Les principaux résultats obtenus peuvent être résumés de la façon suivante :

1 — Terre des talus

A titre d'exemple, le tableau 1 souligne quelques différences importantes entre les talus (TAL₁ et TAL₂) et la parcelle environnante (P).

Le talus se caractérise par des propriétés physico-chimiques (pH bas, C/N élevé) favorables aux champignons qui sont abondants, mais l'activité microbienne

(1) - I.N.R.A., Laboratoire de Recherches de la Chaire de Botanique et Pathologie végétale, E.N.S.A., 65 rue de Saint-Brieuc 35042 RENNES CÉDEX.

globale est faible. Les bactéries et surtout les actinomycètes sont peu nombreux et les groupements fonctionnels, à l'exception des groupements amylolytiques et cellulolytiques anaérobies, sont moins actifs et moins nombreux que dans la parcelle voisine.

2 — Emplacement de talus venant d'être arasé ou récemment mis en culture (tabl. 1)

L'arasement a une action rapide et importante sur la structure du sol et sur la vie microbienne qui dans son ensemble est stimulée en particulier, semble-t-il, par l'aération du sol. Les conditions restent néanmoins favorables aux champignons, ce qui empêche une recolonisation rapide du milieu par les bactéries et actinomycètes. Cependant, quelques groupements fonctionnels, notamment les germes protéolytiques et pectinolytiques, sont fortement stimulés.

3 — Emplacement d'un talus arasé depuis sept ans (tabl.2)

Sept ans après l'arasement (AT_{7a} ou AT_{7b}) la microflore fongique trouve encore de bonnes conditions pour son développement, maintenant ainsi un certain déséquilibre dans la microflore totale. Deux groupements bactériens, protéolytiques et pectinolytiques, sont nettement moins importants sur les zones de talus et ceci se vérifie sur les deux échantillons malgré des passés culturaux différents.

Cependant, certaines cultures, en particulier la première réalisée après l'arasement, semblent pouvoir estomper les différences microbiologiques entre parcelles et emplacement de talus.

4 — Influence de la culture mise en place après l'arasement (tabl.2)

Nous avons retenu comme exemple le ray-grass (RG) et l'orge (OR) sur des parcelles, par ailleurs, aussi semblables que possible (nature du sol, dose d'engrais etc...)

Quelle que soit la culture, le pH est plus bas, le rapport C/N plus élevé et la structure moins bonne sur les emplacements de talus.

Par contre, l'influence de la plante cultivée sur la microflore est très nette : le ray-grass contribue, contrai-

rement à l'orge, à rétablir un équilibre microbien voisin de celui de la parcelle. Les bactéries et actinomycètes s'accroissent plus rapidement sur la parcelle ray-grass et l'activité des groupements fonctionnels, protéolytiques en particulier, y est beaucoup plus importante.

Synthèse des résultats : évolution de la microflore dans le temps (fig. 1)

Nous nous bornerons à schématiser par la figure 1 l'évolution dans le temps de la flore fongique et actinomycétale. Les résultats sont exprimés en p. 100 de hausse ou de baisse par rapport au témoin (ligne horizontale) constitué dans tous les cas par une parcelle cultivée (P).

Très nombreux dans le talus, les champignons décroissent progressivement au cours des années tandis que parallèlement le nombre des actinomycètes, peu abondants au départ, augmente. En majorité, aérobies et neutrophiles, ceux-ci sont favorisés d'une part par l'arasement et le travail du sol (aération), d'autre part par l'apport d'amendements calcaires réalisés à l'emplacement des talus. Cependant, étant donné le faible pouvoir colonisateur des actinomycètes, l'équilibre champignons-actinomycètes ne se rapproche que lentement des terres témoins (P) et sept ans après l'arasement, des différences sensibles sont encore enregistrées. La lenteur de ce phénomène peut avoir des répercussions phytopathologiques importantes si l'on considère que 75 p. 100 environ des actinomycètes du sol manifestent des propriétés antagonistes à l'égard des champignons parasites.

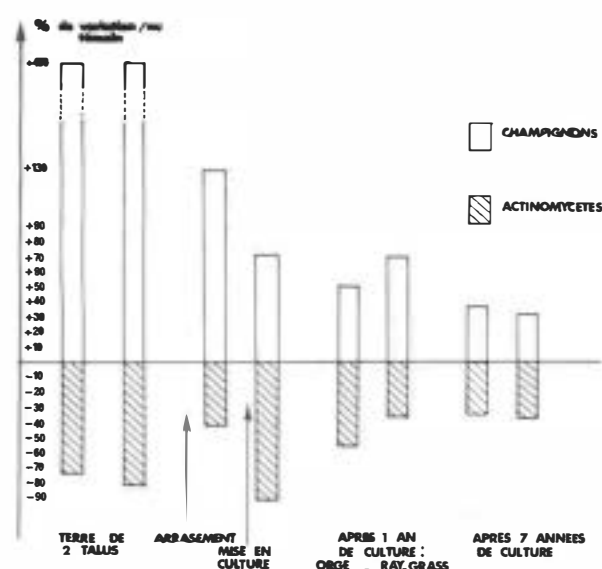


Fig. 1 : MISE EN CULTURE DES EMPLACEMENTS DE TALUS. ÉVOLUTION DE LA MICROFLORE FONGIQUE ET ACTINOMYCÉTALE.

Tableau 1 - Comparaison des caractéristiques physiques et microbiologiques :

1) des terres de deux talus différents (TAL₁ et TAL₂) et d'une terre cultivée (P)2) de la terre de deux talus venant l'un d'être arasé (AT₁) l'autre mis en culture (AT₂) et de deux terres cultivées (P 1 et P 2)

(A = indice d'activité des différents groupements fonctionnels; I D M = indice de dilution moyenne)

	AT ₁	P	AT ₂	P	AT ₂	P
Caractéristiques physiques						
Stabilité structurale log.S	0,38	1,39	1,08	0,55	1,11	1,12
Capacité d'échange log/100g	7,7	7,3	7,1	6,8	6,1	6,7
Matériau échangeable en m.o.g. 100 g.	0,90	0,93	0,48	0,33	0,11	0,20
pH	5,9	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4
Carbone en %	1,98	2,1	1,48	3,29	2,87	1,81
Azote en %	0,13	0,15	0,11	0,28	0,27	0,19
C/N	15,2	14,3	13,4	11,7	10,6	9,5
Matière organique en %	3,42	3,61	2,54	5,65	4,93	3,11
Caractéristiques microbiologiques						
Champignons (Nb de col.)	94	57	18	61	27	48
Bactéries (Nb de col.)	107	106	106	107	107	106
Actinomycètes (Nb de col.)	358	187	106	106	106	106
Protéolyse	A 1,33	2,33	8,7	4,2	2,3	1,3
Ammonification	IDM 5,8	4,4	5,7	5,8	5,8	5,7
Nitrification	A 0	0	0	0	0	0
Nitratation	IDM 0	0	0	0	0	0
Denitrification	A 4,2	4,5	6,6	6,6	4,6	4,6
Pectinolyse	A 14	11,2	12,1	14,3	14,3	14,3
Amayolyse	A 0,25	1,63	1,33	2,33	3,5	1,3
Cellulolyse en %	1,7	14,8	12,6	14,2	11,2	11,2

Tableau 2 - Comparaison des caractéristiques physiques et microbiologiques d'emplacements de talus :

1) mis en culture depuis 7 ans (AT_{7a} et AT_{7b}) et des terres des parcelles correspondantes (P_{7a} et P_{7b})2) cultivés en orge (AT - OR) et en ray-grass (AT₁ - RG) et des terres des parcelles correspondantes cultivées en orge (P₁ - OR) et en ray-grass (P₁ - RG).

(A = indice d'activité des différents groupements fonctionnels; I D M = indice de dilution moyenne).

	AT _{7a}	P _{7a}	AT _{7b}	P _{7b}	AT ₁ -OR	P ₁ -OR	AT ₁ -RG	P ₁ -RG
Caractéristiques physiques								
Stabilité structurale log.S					0,87	0,86	1,32	1,27
pH	7,1	7,8	6,5	6,6	5,9	6,7	5,8	5,9
Carbone en %	2,21	2,14	1,54	1,79	3,2	2,35	2,04	2,07
Azote en %	0,13	0,15	0,11	0,15	0,27	0,24	0,16	0,17
C/N	17	14,2	14	11,9	11,8	9,8	12,7	11,8
Matière organique en %	3,8	3,7	2,6	3	5,5	4,04	3,5	3,56
Caractéristiques microbiologiques								
Champignons (Nb de col.)	65	46	33	24	40	26	40	23
Bactéries (Nb de col.)	153	106	53	175	187	208	220	160
Actinomycètes (Nb de col.)	200	1150	244	343	562	1321	234	300
Protéolyse	A 5,3	3,3	5	8,9	7,4	2,8	5,3	4,9
Ammonification	IDM 3,8	6,3	2	6	4,7	6	5,7	3,9
Nitrification	A 7,6	8,5	5,3	7,1	6,8	12	7,3	7,9
Nitratation	IDM 10	10	10	10	7,3	12	12	12
Denitrification	A 0	0	0	0	0	0	0	0
Pectinolyse	A 0	0	1,5	0	0,3	1,3	0	1,6
Amayolyse	IDM 0	0	0	0	0	0	0	0
Cellulolyse en %	A 4,2	4,5	6,6	6,6	6,3	4,8	5,1	3,2
Protéolyse	IDM 3,6	3,8	3,6	7,3	4	1,3	4,6	4,6
Amayolyse	A 14	11,2	12,1	14,3	12,2	14,5	13	11,6
Cellulolyse en %	A 8	2	8	8,6	6	9	8,5	6,6
Amayolyse	A 0,25	1,63	1,33	2,33	3,5	1,3	3,5	3,5
Cellulolyse en %	IDM 3	2	4	8,1	4	5,6	2	4
Protéolyse	A 1,7	14,8	12,6	14,2	11,2	11,2	11,1	8,8
Amayolyse	IDM 9,6	10	10	9	10	8	10	9,7

II — ÉTAT SANITAIRE DE QUELQUES CULTURES AUX EMPLACEMENTS DE TALUS

La manifestation ou non d'une maladie résulte des interactions complexes qui s'exercent entre la plante, le parasite et le milieu abiotique ou biotique. Comme nous venons de le voir, le milieu, biotique notamment, est très particulier aux emplacements de talus. De même, malgré les améliorations du sol (amendements, fumures) la vigueur des plantes y est souvent inférieure si bien que le comportement des parasites peut lui-même se trouver modifié, de façon d'ailleurs différente selon que ceux-ci sont à développement aérien ou tellurique.

Des observations ont ainsi été réalisées sur diverses maladies du blé, du chou-fleur, du haricot, dans plusieurs parcelles où les talus ont été arasés et mis en culture au cours des années précédentes (un à sept ans auparavant).

1 — Maladies du feuillage (Oïdium et *Septoria tritici* sur blé, Mildiou sur chou-fleur)

Ces trois maladies sont dans tous les cas (fig. 2A) plus importantes dans les parcelles elles-mêmes qu'aux emplacements de talus.

C'est ainsi par exemple que le poids sec de 50 plantules de chou-fleur est six fois plus faible (4 g contre 23,5) ; celui de 30 plantules de blé Champlain est de 0,84 contre 1,02 ; le tallage herbacé des blés est de deux à trois fois plus faible (2,2 pour 6,7 ; 3,5 pour 7).

De ce fait, la surface foliaire de réception pour les parasites est fortement diminuée et surtout les conditions microclimatiques au niveau des plantes sont, aux emplacements de talus, beaucoup moins favorables aux infections par les parasites du feuillage.

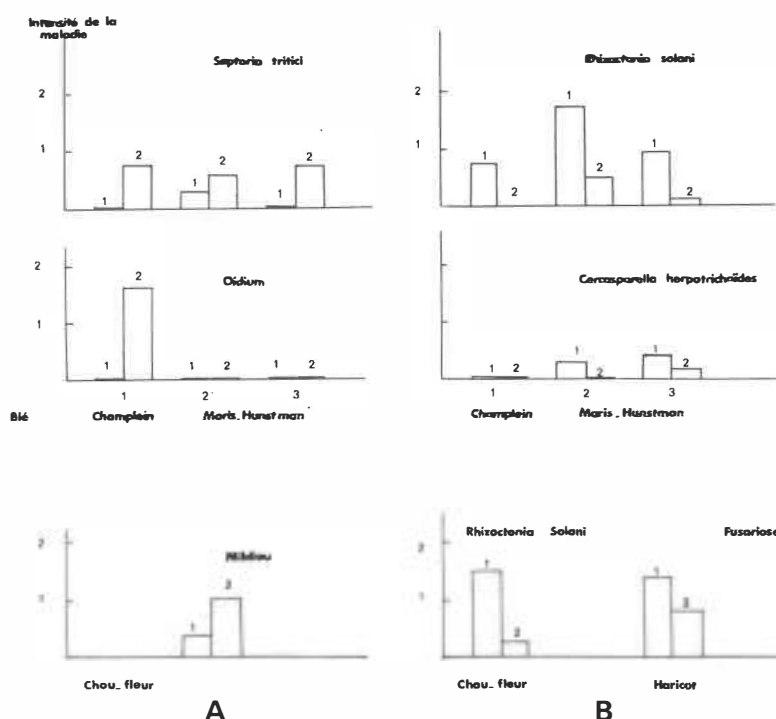


Fig. 2 : MISE EN CULTURE DES EMPLACEMENTS DE TALUS. COMPARAISON, PAR RAPPORT AU RESTE DE LA PARCELLE, DES ATTAQUES DE QUELQUES PARASITES DU FEUILLAGE (A) ET DU SOL (B).

2 — Maladies d'origine tellurique

La situation est totalement inversée pour les parasites dont une partie au moins du cycle biologique se déroule dans le sol. C'est le cas notamment de *Rhizoctonia solani* sur chou-fleur et sur blé, du Piétin-verse des céréales, (*Cercospora herpotrichoides*) et de la Fusa-

riose (*Fusarium* sp) du Haricot (fig. 2 B).

De même les foyers de Piétin-échaudage (*Ophiobolus graminis*) sont plus nombreux et plus graves aux emplacements de talus que sur le reste de la parcelle (fig. 3).

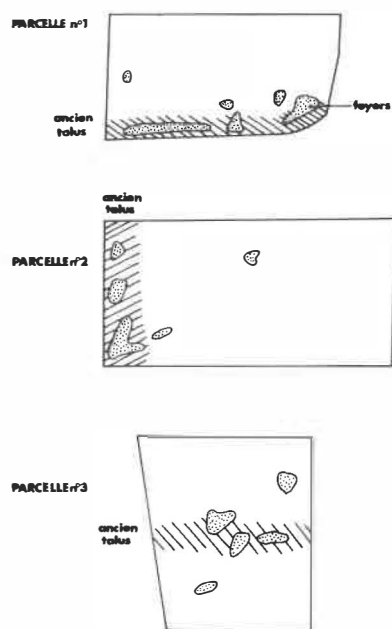


Fig. 3 : MISE EN CULTURE DES EMBLEMES DE TALUS INFLUENCE SUR LA RÉPARTITION DES FOYERS DE PIÉTIN-ÉCHAUDAGE (*Ophiobolus graminis*) DANS TROIS PARCELLES DE BLÉ.

Outre le mauvais développement végétatif des plantes on peut penser que dans ces cas interviennent les relations entre microflores saprophyte et parasite du sol.

Dans le cas du chou-fleur et du haricot, les notations ont été effectuées sept ans après l'arasement, montrant ainsi corrélativement à l'évolution de la microflore, que le phénomène, loin d'être fugace, est au contraire durable.

Ces observations tendent donc à montrer que les emplacements de talus constituent, en relation avec leurs caractéristiques microbiologiques, des lieux privilégiés pour l'installation dans les parcelles de foyers primaires de divers parasites telluriques. Ceci est d'autant plus important qu'il s'agit de parasites très difficiles à combattre contre lesquels il est préférable d'envisager des mesures préventives plutôt que curatives.

III – DISCUSSION – REMÈDES POSSIBLES

La mise en culture des emplacements de talus a donc des incidences importantes sur la microflore du sol et des répercussions sur le comportement des champignons phytopathogènes.

Ceci se traduit par une augmentation des attaques de parasites telluriques qui, venant s'ajouter au mauvais développement des cultures, font qu'aux emplacements des talus d'importantes baisses de rendement et

de qualité sont souvent enregistrées pendant plusieurs années consécutives. Du point de vue économique, le gain de surface acquis après les arasements n'est donc souvent qu'apparent d'autant plus que les frais de culture (amendements, fumures, pesticides, etc.) sont doublés ou même triplés. De plus, à partir des «foyers initiaux» établis aux emplacements de talus, les maladies telluriques peuvent progressivement, à la faveur des opérations culturales, s'étendre à toute la parcelle.

Cependant, ces effets néfastes peuvent être limités par un choix approprié des cultures et notamment des premières cultures à réaliser après arasement. Ainsi, nous avons pu observer que la mise en place de prairies artificielles (ray-grass) améliore non seulement la structure du sol mais agit aussi favorablement sur l'équilibre de la microflore tellurique (tabl.2).

De même, certains résultats expérimentaux obtenus avec des terres de lande (fig. 4) permettent de penser que l'apport, aux emplacements de talus qui semblent réagir de la même façon, de substrats nutritifs particuliers (de nature protéinique), associé à un chaulage convenable, serait de nature à stimuler la microflore saprophyte et à empêcher les installations parasitaires.

Enfin, dans le cas d'*O. graminis*, il paraît possible d'empêcher l'installation de foyers graves en introduisant préalablement dans le sol des souches hypoaggressives du même parasite (fig. 5).

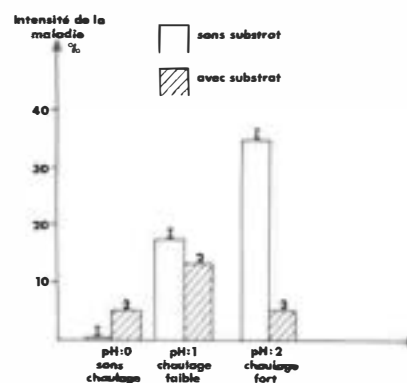


Fig. 4 : INFLUENCE DU CHAULAGE ET DE L'INCORPORATION D'UN SUBSTRAT PROTÉINIQUE (FARINE DE TOURTEAU DE SOJA) SUR L'INSTALLATION DE *Rhizoctonia solani* EN CULTURE DE POMME DE TERRE, EN TERRE DE LANDE.

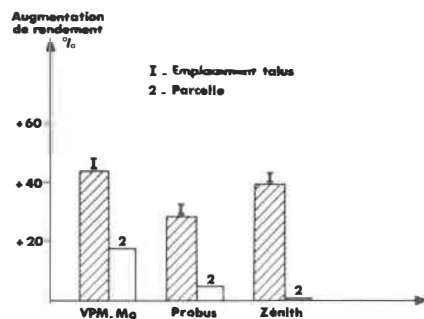


Fig. 5 : MISE EN CULTURE DES EMPLACEMENTS DE TALUS. AUGMENTATION DE RENDEMENT DE TROIS VARIÉTÉS DE BLÉ PAR APPORT, EN TRAITEMENT DE SEMENCES, D'UNE SOUCHE HYPOAGRESSIVE D'*Ophiobolus graminis*, AGENT DU PIÉTIN-ÉCHAUDAGE.

Ces divers éléments tendent donc à montrer que la mise en culture des emplacements de talus peut, en raison de leurs propriétés très particulières, comporter certains risques concernant notamment l'installation de parasites du sol. Cependant, ces inconvénients peuvent être limités, à condition de faire intervenir quelques précautions ou mesures d'ordre cultural ou biologique destinées à conférer aux emplacements de talus un bon équilibre entre les différentes fractions de la microflore tout en favorisant le développement végétatif de la plante cultivée.

SUMMARY

Microbiological characteristics of the hedge emplacements soils : phytopathological consequences.

Soil microflora composition and activity of the hedge emplacement are very different from those of the adjacent fields.

During several years, these differences decrease very slowly with a progressive reduction of the fungi and a multiplication of the actinomycetes.

Some foliage diseases (*Septoria nodorum*, *Erysiphe graminis*, *Peronospora parasitica*) are less important on the hedge emplacements. But, in the opposite, several soil diseases (*Rhizoctonia solani*, *Ophiobolus graminis*, *Cercospora herpotherioides*, *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli*) are more serious in these emplacements where they seem to find very favorable physico-chemical and microbiological conditions for their settling.

Some cultural or biological practices may be used, at the time of the first cultivation, to intend to reduce the soil diseases incidence on the hedge emplacement.