

Influence des talus boisés sur la culture adjacente, en pays de bocage et sous climat atlantique

J. BARLOY (1), A. CHEROUVRIER (1), R. DELECOLLE (2), J.C. SIMON (2)

Les travaux entrepris au sein des activités concertées «Bocages de l'Ouest», dans le cadre du programme consacré aux productions végétales, visaient à faire connaître la nature des répercussions qu'entraîne le réaménagement du bocage (BARLOY, 1976).

Le remplacement d'une structure bocagère dense par un ensemble plus aéré peut entraîner, pour la production végétale d'une parcelle et d'une région, un double bouleversement :

- une modification du **rendement des cultures** ou de ses caractéristiques, par suite d'une transformation directe des facteurs naturels de production, sous l'influence du nouvel aménagement. Ce résultat peut aussi provenir de l'effet distinct ou additionnel d'une amélioration des techniques culturales comme conséquence indirecte de la restructuration foncière et de la relance du modernisme. Ces derniers phénomènes apparaissent étroitement consécutifs et reliés aux opérations de remembrement.

- une **transformation des assolements** résultant dans ces régions de polyculture-élevage, d'une spécialisation des spéculations agricoles, tant végétales qu'animales (cette situation nouvelle peut conduire, au niveau régional, à une variation globale de la productivité végétale primitive et à une variation de régularité des rendements).

La réponse aux divers problèmes soulevés suppose de fixer, au préalable, les **modalités d'action des talus boisés** périphériques à une parcelle, sur les **cultures adjacentes**, dans les conditions de climat atlantique. Cette démarche, nécessitée à l'origine par l'absence de méthodologie appropriée, s'est avérée fructueuse pour sélectionner chez les espèces cultivées étudiées, d'une part, les phases de croissance particulièrement sensibles aux facteurs climatiques et, d'autre part, les emplacements parcellaires où elles s'extériorisent. Le recueil de ces informations constituait aussi l'étape préparatoire à l'analyse d'un éventuel changement des facteurs naturels sous l'impact de la réorganisation territoriale, et préluait à l'examen de leurs conséquences sur le comportement des cultures.

Ce thème préliminaire a fait l'objet de plusieurs études conduites depuis 1972 avec une double préoccupation, biologique et méthodologique : les résultats partiels ont été diffusés dans divers compte-rendus (SIMON, 1972 ; SIMON et DELECOLLE, 1974 ; BARLOY, 1974 et 1975, 1976 ; MALET, 1974).

I – CONTEXTE GÉNÉRAL D'ÉTUDE DE L'EFFET PARCELLAIRE

La majorité des études, implantées en Morbihan, ont été conçues et conduites pendant les premières années, à partir d'hypothèses dont certaines se sont

(1) - I.N.R.A., Station d'Amélioration des Plantes : Phytotechnie, E.N.S.A., 65 rue de Saint-Brieuc 35042 RENNES CÉDEX
(2) - I.N.R.A., Station de Bioclimatologie, Domaine Saint-Paul, 84140 MONTFAVET

trouvées confirmées par la suite, et selon un dispositif méthodologique progressivement mis au point.

1 — Nature du zonage microclimatique induit dans une parcelle par la présence de haies bordières (bref aperçu).

Le bocage modifie les facteurs climatiques en réduisant la vitesse du vent, en augmentant l'énergie radiative à proximité des talus boisés et, à ce titre, affecte divers échanges turbulents (chaleur, hygrométrie) susceptibles d'influer sur la croissance végétale (GUYOT et VERBRUGGHE 1976*).

Les modifications spatiales, capables d'avoir les répercussions les plus marquées sur la végétation concernent, pour l'ensemble de la parcelle, la température et l'humidité de l'air, pour les bordures, l'éclairement. Les variations thermiques et hygrométriques se répartissent en gradients dont la distribution dépend de la direction des vents et de leur force, sauf dans la zone ombrée placée au pied de certaines haies. Pour chaque saison, la disposition des gradients, en partie variable, demeure dépendante de l'orientation des talus boisés, de leur nature floristique notamment sylvicole, du sens du vent et de son intensité. L'expérience prouve l'existence de part et d'autre des haies principales soumises aux vents dominants, d'une zone affectée large de 9 à 10 fois la hauteur de l'ensemble talus-arbres.

En conséquence, une parcelle bocagère de dimensions suffisantes (trois à quatre hectares) est vraisemblablement soumise, au plan climatique, à une double influence. Elle supporte :

- à sa périphérie, l'action directe des talus boisés (effet dit **parcellaire**).
- en son centre, l'effet induit de l'aménagement bocager local (effet désigné comme **régional**).

En réalité, l'effet parcellaire correspond à la modification microclimatique du mésoclimat régional causée par la présence des haies. Inversement, le mésoclimat doit résulter d'une transformation du climat général, fonction de la disposition bocagère : les deux effets supposés apparaissent donc interdépendants.

Une culture incluse en zone bocagère, dans une parcelle fermée sur ses quatre côtés, est assujettie à une influence climatique composite, fonction principalement des vents. Dans la mesure où, au cours du cycle végétatif, ceux-ci ont une direction prépondérante, le choix des champs pour l'orientation de leurs talus, a une importance capitale et celui du profil biologique à examiner, également. Il est alors possible d'identifier, dans la zone directement influencée par les talus boisés, deux effets distincts et orthogonaux :

- celui des haies principales exposées aux vents dominants.
- celui des haies latérales jouant un moindre rôle de brise-vent.

2 — Problèmes méthodologiques principaux

L'incertitude de départ concernant la répartition du microclimat et sa variation au cours du temps à l'intérieur d'un champ enclos conduit à adopter un **dispositif d'observations à carroyage**, qui autorise à la fois l'étude multidirectionnelle et l'examen selon certains profils privilégiés disposés par exemple selon la direction dominante des vents. Les difficultés de maintenir ce plan expérimental pour des raisons matérielles, aboutit à l'élaboration d'un dispositif simplifié d'examen en profils privilégiés (DOSSO et DELECOLLE, 1973).

Le principe consiste à placer sur des profils parallèles à la direction prépondérante des vents, des points d'observations répartis à des emplacements privilégiés, reconnus pour caractériser le microclimat (en l'espèce, à des distances égales à un, trois, cinq, sept, 10, 15 et 20 fois la hauteur du talus boisé). Bien entendu, ce dispositif ne joue pleinement son rôle pour contrôler la variabilité maximale qu'en cas d'accord suffisant entre l'orientation majeure du vent et celle du profil retenu.

Malgré une certaine variabilité inter et intra-annuelle, les régimes de vents dominants dans la zone morbihanaise d'étude sont, pendant la saison agricole, le sud-ouest et le nord-est (moyenne 1961-1965 - GUYOT, 1974). Cela conduit à retenir pour la mise en place du réseau d'essais, des parcelles dont les talus boisés principaux se trouvent disposés selon cette dernière direction ou s'en rapprochent.

Divers problèmes statistiques et informatiques ont surgi au cours du travail et nécessité le concours des biométriciens (DOSSO et DELECOLLE, 1973 ; SIMON et DELECOLLE, 1974 ; FERRET, 1975 ; DELECOLLE et SIMON, 1976* ; MALET et DELECOLLE, 1976*).

Si l'on souhaite révéler, grâce au végétal, l'hétérogénéité microclimatique d'un milieu, ou simplement noter l'incidence de cette variation sur le comportement des cultures, il importe de s'assurer au préalable qu'il s'agit bien de la source majeure d'anisotropie. Au niveau de la parcelle, cet état est dans bien des cas probable ; pour en accroître la sécurité, il suffit de vérifier l'absence marquée de disparités édaphiques, grâce à un relevé pédologique. L'activité biotique autre que tellurique procède ordinairement de causes étrangères, reliées ou non aux variables climatiques.

3 — Problèmes biologiques

Le souci de connaître le rôle des haies feuillées puis dénudées (prépondérance sur les talus d'espèces forestières à feuillage caduc. Françoise ROZÉ et Nelly GIRAUD-COCHET, 1975) dans le cadre des assolements fourragers de l'Ouest de la France, tout en tenant compte de l'avancement des connaissances écophysiologiques relatives aux espèces cultivées (BARLOY, 1976) conduisent à retenir trois cultures : le ray-grass italien, le blé tendre d'automne et le maïs.

Les enregistrements biologiques réalisés se rapportent :

- aux rythmes de croissance, en relation avec la fluctuation microclimatique.
- aux niveaux et aux composantes du rendement.
- aux anomalies de végétation (verse...).

L'étude des **rythmes de croissance** des divers organes au cours du cycle de végétation vise simultanément à confirmer l'existence d'un gradient climatique parcellaire et à la positionner, mais cherche aussi à définir la réponse du végétal vis-à-vis de celui-ci. L'hétérogénéité de croissance due à la modification du microclimat n'engendre pas nécessairement des séquelles sur le poids final en matière sèche des organes incriminés, en particulier quand les plus retardataires trouvent des conditions favorables pour terminer leur évolution. Dès que les facteurs alimentaires créent pour la plante une astreinte supplémentaire dans la phase de végétation impartie, la variation climatique risque d'induire des différences du **niveau de production** ou de ses caractéristiques (précocité...). Dans la mesure où le rendement est acquis grâce au jeu de divers phénomènes compensatoires (cas des céréales à paille), l'incidence apparaît difficilement prévisible.

II — RÉACTION DES CULTURES DANS LA ZONE D'INFLUENCE DES TALUS BOISÉS

1 — Incidence des haies principales

a — Influence sur les rythmes de croissance

En se déplaçant le long d'un profil perpendiculaire aux talus boisés exposés aux vents dominants, il est possible d'identifier, dans des champs de trois à quatre hectares un **zonage de cinq bandes** parallèles aux bordures principales. Ces zones se disposent de manière sensiblement symétrique à une région centrale sise au-delà de 10 H (1) et comportent :

- une bande placée au voisinage immédiat des haies, intéressant une largeur de 1 à 2,5 H selon l'orientation des parcelles.

- une bande située entre 2 et 6 H, respectivement en amont et en aval des brise-vent.

La partie centrale détient, à une distance égale à 7-8 H en aval du talus boisé généralement, une zone de végétation perturbée.

Le **comportement végétal** au sein de chacune des strates territoriales identifiées dépend de la phase de croissance considérée et de l'espèce cultivée. Par référence aux plantes de la zone centrale, les tendances suivantes se dessinent :

- dans la **bande 0-2,5 H** affectée au double plan climatique (température et hygrométrie) et alimentaire (disponibilité en eau et en éclaircissement) s'observe un **retard de croissance** et une **maturité plus tardive**. Les séquelles finales sur la taille des organes demeurent fonction de la rigueur du climat, de la réponse spécifique vis-à-vis de l'altération des facteurs du milieu et varient finalement selon la situation de la bande considérée (aval-amont du talus, exposition au rayonnement solaire...).

- dans la **bande 2,5-6 H**, en permanence plus chaude, les résultats sont strictement inversés. Les emplacements qui extériorisent le mieux et au plus haut niveau l'effet bénéfique se placent, selon les cas, à 3 ou 5 H.

- à **7-8 H** en aval des haies sous le vent, signalons l'existence constatée pendant deux années consécutives, d'une légère influence dépressive pour l'ensemble des critères cités.

Les résultats obtenus sur deux cultures, blé tendre d'automne et maïs permettent d'illustrer ces faits (fig. 1 et 2).

— Blé tendre d'automne :

L'ensemble des résultats résumés ci-dessous concernent des parcelles dont les haies étaient soumises à des vents de composantes principales est-ouest.

* **Croissances des tiges et tallage épi :**

- l'élongation des tiges démarre plus précocement à proximité de la haie portant ombrage à la culture. Cet effet équivaut à celui enregistré dans la bande thermi-

(1) : H = hauteur totale du talus et de la végétation qu'il porte, soit 10 m environ dans le cas présent.

quement plus chaude placée en aval du talus, face au couchant (3-5 H). Cette inégalité de croissance ne subsiste pas et la longueur des chaumes s'égalise après l'épiaison, sauf dans les régions bordières de la parcelle où le comportement reste fonction du niveau des facteurs climatiques et alimentaires. Ordinairement, sauf assèchement précoce par les arbres, les tiges sont d'autant plus longues qu'elles avoisinent le talus boisé jusqu'à 0,5 H (effet d'étiollement, rosée plus persistante).

- Le tallage épi, très affecté dans la partie ombrée au cours de la journée, semble plus élevé dans la zone la plus chaude de la parcelle (5 H'). Cet état de fait résulte, pour la périphérie parcellaire, vraisemblablement de la différence de mise en oeuvre des techniques culturales par rapport au reste du champ, comme de la variation thermique.

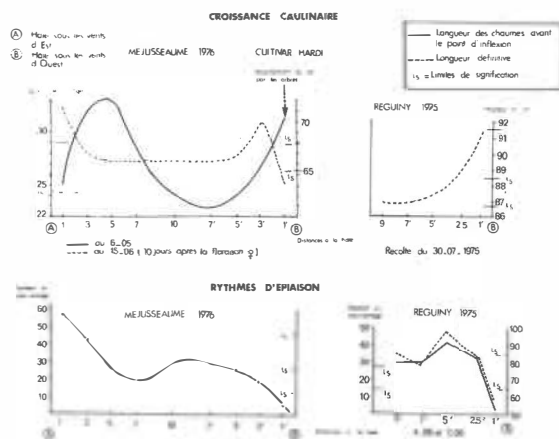
Épiaison :

Les séquences successives d'épiaison, établies en fonction de la distance à la haie, correspondent au gradient thermique moyen observé au sein de la parcelle depuis la mi-montaison. La zone la plus chaude (5 ou 5 H') sera habituellement la plus précoce (en moyenne trois à quatre jours) ; celle proche du talus (0.2 H ou 2 H' (2)) accusera un fort retard. En année sèche (1976), cette tendance se trouve assez profondément perturbée et le comportement lié à la fourniture hydrique du sol.

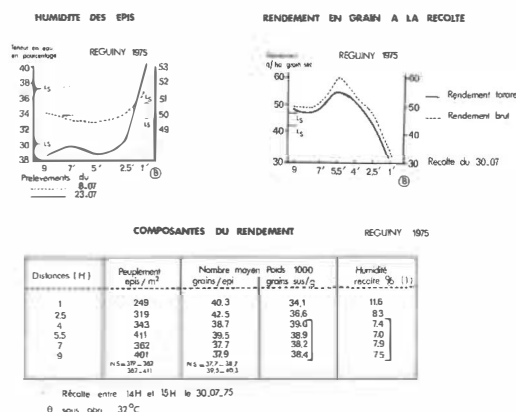
Humidité des épis et des grains :

En année normale, les différences d'humidité, peu marquées au début de la formation des caryopses, sauf à proximité des haies, s'accroissent à l'approche de la maturité et persistent à la récolte (zone la plus humide 0-2,5 H').

FIG 1 INCIDENCE DES HAIES SUR UNE CULTURE DE BLE D'HIVER



(2) : H' = distances décomptées à partir de la haie située face aux vents dominants (fig. 1).



— Mais :

Les données rapportées ci-après proviennent de champs d'essais aux talus boisés à orientation voisine de l'axe nord-sud (ou nord-ouest sud-ouest) soit en général perpendiculaire aux vents dominants.

- Rythmes de levée et d'apparition des feuilles jusqu'à l'élongation des tiges

Ces rythmes manifestent un retard prononcé, en aval du talus boisé sous le vent (bande 0-2 H). Cette situation s'oppose à la rapidité de croissance des plantules, observable dans la zone protégée (2-6 H). Ces manifestations semblent d'autant plus marquées que l'année est froide (1972) ou les semis précoces.

- Élongation caulinaire :

L'élongation des tiges démarre plus tardivement au pied du brise-vent (0-2 H) tandis qu'une croissance active affecte la zone 2-5 H selon un gradient décroissant à partir de l'emplacement le plus précoce (3 à 5 H selon les lieux et les années). Pour ces phénomènes, le côté du profil qui accuse l'avance la plus marquée sera en aval des haies interceptrices des vents dominants.

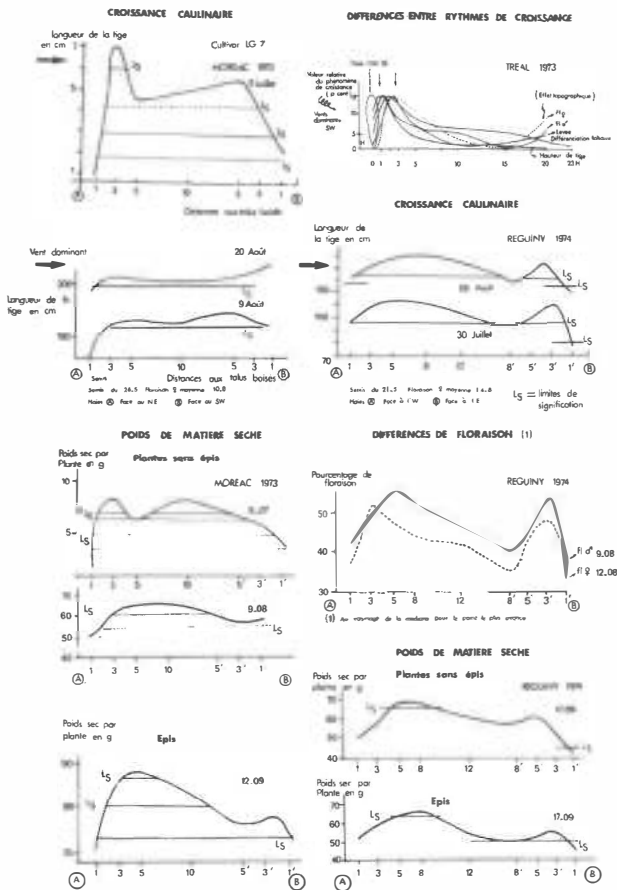
Le déphasage de croissance persiste après la floraison femelle en bordure de parcelle (0-2 H), beaucoup plus rarement dans la zone centrale (7-8 H') et cet accident (Réguiny, 1974) doit être rattaché à une déficience alimentaire (ancien talus). En année difficile (1972-1973), l'irrégularité de départ peut se perpétuer.

- Épiaison et floraison femelle

Les tracés graphiques établis en se fondant sur les dates médianes d'épiaison et de floraison femelle malgré le caractère quelque peu discutable de ce critère (BARLOY et CHEROUVRIER, 1976*), expriment une séquence de précocité comparable à celle décrite pour les processus de croissance précédents. A l'apparition

plus rapide des panicules et des soies dans la bande 3-5 H et 3-5 H' s'opposent le retard d'épiaison (six à huit jours) en périphérie des parcelles (0-2 H et 0-2 H') et l'absence de formation d'épis près des bordures (0-1 H).

FIG 2 INFLUENCE DES HAIES SUR UNE CULTURE DE MAÏS



b — Influence sur le rendement et ses composantes

En production céréalière, les conséquences de l'irrégularité de croissance, induite par les talus boisés se soldent, le long du profil d'action maximum, par l'apparition au moment de la récolte, d'une double zonation :

- en bordure (0-2 H et 0-2 H') et par référence au centre de la parcelle le rendement s'affaisse de 25 à 50 p. 100 pour la production de matière sèche totale et de 40 à 80 p. 100 pour le grain selon la céréale (et sa tolérance à la concurrence alimentaire).

- en subpériphérie de parcelle (2,5 à 6 H), le gain de rendement, assez constant mais variable selon les années, atteint en moyenne 20 p. 100 à l'emplacement le plus favorisé, qui apparaît aussi le plus précoce avec des céréales d'automne. Globalement, et au seul plan de rendement, ces deux effets se compensent. La région opposée (2,5 à 6 H') paraît moins favorisée et l'accroissement léger observé équilibre le déficit fréquemment enregistré dans la bande 7-8 H'.

En production fourragère (ray-grass italien), malgré le faible nombre d'observations, il semble qu'en année normale, seule une faible surface, périphérique à la parcelle soit dépressive (0-1 H et 0-1 H'). Les années sèches, cette région peut, selon l'orientation des haies, être favorable ou non à la production d'herbe (premier cycle d'un semis de printemps).

Les résultats obtenus sur ray-grass italien, blé tendre d'automne et maïs permettent d'illustrer ces faits (fig. 3).

— Ray-grass italien :

Quelques résultats d'analyse permettent d'apprécier la diversité d'action des talus boisés :

- en 1972, l'étude de la répartition du rendement d'un ray-grass italien d'automne le long d'un profil établi selon la direction dominante des vents, montre une perte de production à proximité des haies, voisine de 30 p. 100. Cette déperdition correspond à la période de dénudation et affecte plus la partie ombrée (40 p. 100) que la zone bordière opposée, située au nord-est.

- en 1976, l'examen du profil de production d'un ray-grass italien de printemps, perpendiculaire aux haies de bordure orientées est-ouest fait apparaître une différence marquée de réaction entre les zones proches des brise-vent :

- la bande ombrée, soumise à une moindre E.T.P. que la région symétrique exposée au sud (hygrométrie plus forte, avec dépôt de rosée prolongé, température plus basse ...) affiche un rendement supérieur de 46 p. 100, par référence à la bande opposée. Celle-ci, après un démarrage en végétation plus rapide (accumulation thermique) restreint, puis cesse sa croissance au fur et à mesure de l'épuisement hydrique du sol.

Ce comportement consécutif à une sécheresse exceptionnelle, apparaît finalement peu dépendant du vent et de ses composantes directionnelles.

— Blé d'automne :

Les données collectées en 1975 (Réquigny) se résument ainsi :

- la bande à croissance tardive (0-2 H), plus humide et au peuplement épi faible, concède une perte de rendement de 40 à 45 p. 100 par rapport à la zone centrale, malgré un certain effet compensatoire des facteurs du rendement (meilleure fertilité de l'épi mais poids plus faible des grains).

- la région de plus grande précocité (5-6 H) accuse un gain de production significatif (22 p. 100) acquis principalement grâce au tallage épi élevé. Globalement, cette augmentation de rendement compense l'effet négatif précédent.

— **Maïs :**

*** Formation de matière sèche par les organes végétatifs :**

Cette élaboration, liée aux rythmes de croissance foliaire et caulinaire, en présente toutes les caractéristiques :

- au début de la phase active s'observent entre 2 et 6 H un effet bénéfique très marqué en année froide (1972) et une bande dépressive en bordure (0-2 H et 0-2 H').

- en fin de croissance végétative, soit deux semaines après la floraison femelle, les différences s'estompent entre les diverses zones de culture, sauf en bordure où la production demeure toujours plus faible (en moyenne 30 p. 100 par rapport à la région centrale de référence).

La région favorisée conserve couramment, les années difficiles, l'avance contractée et détient alors un rendement supérieur (20 p. 100 en 1973-1974).

*** Formation de matière sèche dans les épis :**

- les rythmes de croissance et d'accumulation de matière sèche des épis accusent des variations temporelles comparables à celles observées dans le cas précédent, sauf pour la bande dépressive dépourvue d'épis ou aux épis insignifiants. Dans la région luxuriante (2-6 H), le poids moyen des épis s'avère régulièrement plus élevé que partout ailleurs, sauf en année sèche (en moyenne 20 p. 100 à l'emplacement le plus favorisé, sur quatre ans ; variations de 5 à 29 p. 100).

- en règle générale, la dessiccation progresse plus rapidement à la périphérie des parcelles et résulte, du moins pour la zone bordière, d'une privation d'eau engendrée par la consommation importante des haies.

- en conséquence, le rendement en plantes entières ou en grains, examiné selon un profil d'action maximum du talus boisé, présente, par référence au centre de la parcelle, une double variation :

- . à la périphérie, une zone fortement dépressive (réduction du rendement total de 25 à 50 p. 100 et souvent 60 à 80 p. 100 pour le grain).

- . en zone submarginale (2-6 H), une production plus élevée compensant en moyenne le déficit précédent.

c — Relations avec les anomalies de végétation

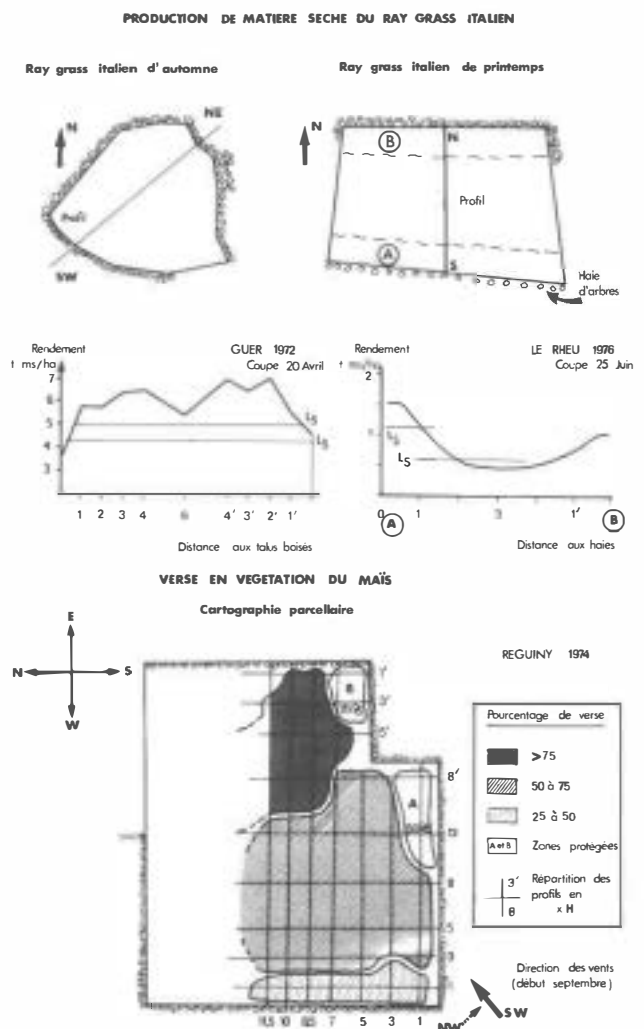
Celles-ci concernent les accidents végétatifs provoqués par les composantes climatiques, soit directement sur la culture en place (verse mécanique, dessiccation des plantes...), soit indirectement par le biais de l'état sanitaire. L'incidence probable sur certaines mala-

dies des céréales à paille a été examinée par ailleurs (LEMAIRE et JOUAN, 1976*) et peut expliquer, en partie, la faiblesse des rendements obtenus à la périphérie des champs.

La **verse en végétation**, accident redouté chez toutes les céréales, apparaît aussi en région bocagère, mais sa localisation demeure dépendante de la distance au talus boisé soumis au vent dévastateur (fig. 3).

Dans le cas du maïs (Réguiny, 1974), la distribution des zones versées se dispose selon un gradient d'intensité parallèle au brise-vent intercepteur, à l'exception des emplacements d'angle abrités. Cette disposition est à relier à la répartition de la vitesse du vent derrière un rideau d'arbres (GUYOT, 1974).

FIG 3 INCIDENCE DES TALUS BOISES SUR LA PRODUCTION FOURRAGERE



2 — Incidence des haies latérales

Le profil perpendiculaire à celui des haies principales présente un ensemble de zonations voisin de celui décrit précédemment, mais cet effet secondaire apprécié à l'aide d'un modèle additif, marque une amplitude moyenne cinq à sept fois plus faible.

CONCLUSIONS

Les talus boisés créent dans les parcelles incluses en pays de bocage, des variations microclimatiques perceptibles jusqu'à des distances égales à neuf-dix fois la hauteur des haies. Ces emplacements subissent, en apparence seulement, l'effet mésoclimatique caractéristique de l'aménagement ; ils pourront être choisis comme lieux d'observation les plus proches des brise-vent pour révéler l'impact de la transformation territoriale.

Les cultures encloses réagissent de façons variées et non toujours prévisibles à ces modifications physiques du milieu. Les effets les plus spectaculaires concernent les premiers rythmes de croissance et se traduisent par des disparités de précocité, souvent perceptibles tout au cours du cycle de végétation. Ces phénomènes seront d'autant plus nets et persistants que l'espèce cultivée

sera exigeante vis-à-vis des composantes abiotiques (température, eau...) et les conditions de l'année voisines des seuils biologiques.

L'hétérogénéité de croissance engendrée accroît la variabilité intraparcellaire, pose des problèmes pour l'interprétation statistique mais ne laisse pas toujours des séquelles au niveau pondéral, sauf en bordure des talus (rendement faible, maturité tardive). Diverses modalités de rattrapage, spécifiques à chaque espèce cultivée, réduisent l'écart primitif. A la récolte et en production céréalière, un gain de rendement assez constant, mais variable en niveau selon les années (10 p. 100 en moyenne 1972-1975), affecte une bande placée en subpériphérie des champs (3 à 6 H). Cet accroissement de production compense sensiblement la déperdition obtenue ailleurs (bordure et zone dépressive placée à 7-8 H') mais seulement dans des parcelles de taille suffisante (trois à quatre hectares).

SUMMARY

Influence of shelterbelts on the contiguous crop, in wooded countryland (bocage) under atlantic climate

Studies made in Morbihan (Brittany), in a wooded countryland region, show that shelterbelts give rise to microclimatic changes (heat, hygrometry) in the closed field lots. Those changes can be discerned as far as a distance equal to nine to ten times the hedges height. Every further site seems to come under the mesoclimatic influence peculiar to the parcelling out of the wooded country land.

Using suitable methodological devices, the direct action of hedges (microclimatic effect of the parcel) could be studied for varied contiguous crops (winter wheat, maize, italian ray-grass).

The most outstanding incidence concerns the disparity of growth rates, but varied possibilities of compensation, peculiar to each grown species, reduce the differences in dry matter production. Within the site influenced by lateral shelterbelts (hedges being parallel to prevailing winds) the range of the phenomenons appears to be five to seven times weaker than that noted close to the main hedges.