

# Gradients d'intensité respiratoire dans les feuilles de bananier

## ÉTUDE PRÉLIMINAIRE

par **P. MARTIN-PRÉVEL** et **Renée TISSEAU**

*Institut Français de Recherches Fruitières Outre-Mer (IFAC)*



SCHEMA DES TRENTE ZONES DU LIMBE ETUDIÉES (feuille vue par sa face supérieure)

### GRADIENTS D'INTENSITÉ RESPIRATOIRE DANS LES FEUILLES DE BANANIER ÉTUDE PRÉLIMINAIRE

par P. MARTIN-PRÉVEL et Renée TISSEAU (IFAC).

*Fruits*, vol. 21, n° 9, octobre 1966, p. 489 à 494.

**RÉSUMÉ.** — Recherche des possibilités d'emploi de l'appareil de Warburg pour la mesure de l'activité des feuilles de divers âges chez le bananier.

Détermination sommaire des gradients dans la feuille. Les zones les plus fidèles sont situées vers la mi-longueur de la feuille et la mi-largeur des deux demi-limbes.

Grande variabilité d'un bananier à l'autre.

*Le problème de la durée de vie active des feuilles de bananier mérite une étude approfondie pour deux raisons pratiques au moins. On aimerait pouvoir évaluer la gravité réelle des pertes de surface foliaire par suite des maladies parasitaires ou non, selon le rang des feuilles atteintes. En période de sécheresse, il serait intéressant de supprimer les feuilles dont le taux de transpiration serait disproportionné par rapport à leur activité de synthèse.*

*Il est à peu près certain qu'une feuille voit son activité diminuer progressivement bien avant de jaunir ou de flétrir, mais aucun critère ne permet d'évaluer a priori le degré d'utilité des feuilles de tel ou tel rang. Des essais de défoliation (1, 2, 3, 4) réalisés à la Station I. F. A. C. d'Azaguié (Côte d'Ivoire) ont démontré que, dans les conditions de végétation locales, les feuilles dépassant la position VIII n'étaient plus utiles à la production du régime, alors que la fanaison apparente intervenait seulement vers la position XII ou XIV. Cette limite n'aurait sans doute pas été la même si les bananiers avaient été soumis à des conditions de végétation plus sévères ou plus favorables.*

*Pouvant utiliser un appareil de WARBURG muni de fioles ordinaires, nous avons donc entrepris l'étude de la capacité respiratoire de la feuille de bananier, en attendant de disposer de fioles convenant à la mesure de la capacité photosynthétique. Mais avant de comparer entre elles des feuilles de divers âges, il importait de repérer les zones foliaires où l'activité est la moins fluctuante. Le limbe de la feuille du bananier n'étant homogène ni dans son anatomie microscopique ni dans sa composition chimique (5), on pouvait s'attendre à trouver des différences d'activité importantes entre ses divers points, liées aux gradients mis en évidence par J. DUMAS.*



TABLEAU I  
GRADIENTS DANS LA FEUILLE III : INTENSITES RESPIRATOIRES EN MG CO<sub>2</sub>/HEURE/G DE TISSU.

Expérience	Zone côté ↓															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	P	0,237			0,262			0,307			0,346			0,374		
	D	0,262			0,277			0,320			0,354			0,451		
B	P		0,294			(**) -			0,324			0,397			0,412	
	D		0,327			0,312			0,362			0,401			0,492*	
C (***)	P			0,408			0,407			0,382			0,515			0,303**
	D			(0,304) 0,330 (0,262)			(0,294) 0,437 (0,264)			(0,237) 0,480 (0,289)			(0,257) 0,550 (0,225)			(0,246) 0,451 (0,246)
D	P	0,232	0,274	0,306	0,276	0,332										
	D	0,226	0,269	0,260	0,286	0,368										
E	P					0,350	0,354	0,255	0,290	0,305						
	D					0,486	0,460	0,464	0,533	0,587						
F	P								0,339	0,378	0,288	0,322	0,403			
	D								0,338	0,429	0,305	0,392	0,462			
G	P											0,484	0,518	0,433	0,530	0,564
	D											0,494	0,538	0,521	0,630	0,690
H	P	0,256			0,322			0,388	0,423		0,494					
	D	0,257			0,338			0,420	0,486		0,523					
I	P		0,311			0,391		0,391	0,501			0,540				
	D		0,348			0,467		0,401	0,472			0,290				
J	P						0,298	0,236	0,285	0,354			0,338			
	D						(**) -	0,279	0,348	0,382			0,410			
N	P				0,296	0,325		0,301			0,302	0,334				
	D				0,290	0,372		0,300			0,302	0,373				
O	P				0,268	0,310		0,269	0,350				0,361			
	D				0,286	0,352		0,283	0,351				0,363			
P	P					0,323		0,250	0,351		0,298	0,356				
	D					0,373		0,275	0,346		0,332	0,393				
Q	P	0,265	0,316		0,296	0,345		0,302								
	D	0,245	0,292		0,335	0,370		0,332								
R	P							0,352	0,429	0,525	0,381	0,484				
	D							0,320	0,424	0,510	0,396	0,443				
S	P	0,234	0,319		0,268			0,295	0,359							
	D	0,258	0,330		0,290			0,308	0,436							

(\*) - zone proche de tissus mangés par des chenilles, légèrement décolorée  
 (\*\*) - résultat anormal ou manquant par suite d'accident  
 (\*\*\*) - l'expérience C a été faite deux fois.

TABLEAU II  
GRADIENTS DANS LA FEUILLE III : INTENSITES RESPIRATOIRES EN MG DE CO<sub>2</sub>/HEURE/DM<sup>2</sup> DE TISSU

Expérience	Zone côté ↓															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	P	1,14			1,39			1,52			1,54			1,28		
	D	1,24			1,46			1,54			1,54			1,44		
B	P		0,85			(**)			0,95			1,04			1,02	
	D		0,99			1,00			1,03			1,02			1,16*	
C (***)	P			1,66			1,05			0,89			1,09			0,68**
	D			(0,81) 0,84 (0,69)			(0,75) 1,11 (0,68)			(0,60) 1,13 (0,71)			(0,58) 1,22 (0,52)			(0,55) 0,99 (0,55)
D	P	0,81	0,83	0,73	1,08	0,99										
	D	0,79	0,75	0,57	1,14	1,00										
E	P					1,08	0,86	0,94	0,81	0,69						
	D					1,31	1,15	1,78	1,56	1,35						
F	P								1,17	1,01	1,19	0,95	0,98			
	D								1,13	1,12	1,24	1,18	1,11			
G	P											1,29	1,15	1,33	1,27	1,14
	D											1,35	1,29	1,51	1,45	1,35
H	P	0,93			1,24			1,38	1,18		1,41					
	D	0,93			1,25			1,41	1,26		1,47					
I	P		0,91			1,14		1,40	1,32			1,27				
	D		1,02			1,37		1,43	1,27			0,93				
J	P						0,69	0,93	0,84	0,79				0,68		
	D						(**)	1,09	1,03	0,87				0,88		
N	P				1,52	1,24		1,51			1,41	1,10				
	D				1,57	1,49		1,55			1,38	1,22				
O	P				1,29	1,07		1,32	1,18				1,13			
	D				1,40	1,30		1,31	1,14				1,15			
P	P					1,14		1,17	1,18		1,20	1,06				
	D					1,38		1,27	1,22		1,31	1,38				
Q	P	1,18	1,07		1,31	1,09		1,35								
	D	1,05	0,93		1,47	1,23		1,40								
R	P							1,80	1,49	1,35	1,63	1,47				
	D							1,56	1,43	1,34	1,67	1,35				
S	P	1,04	1,02		1,28			1,37	1,21							
	D	1,16	1,10		1,29			1,45	1,45							

(\*) - (\*\*) - (\*\*\*) = voir explications au bas du tableau I.

TABLEAU III  
ESSAIS COMPLEMENTAIRES SUR FEUILLES DE DIFFERENTS AGES.

Position de la feuille	Zone → côté ↓	mg. CO <sub>2</sub> /heure/g de tissu					mg CO <sub>2</sub> /heure/dm <sup>2</sup> de tissu				
		2-5	3-6	10-13	11-14	12-15	2-5	3-6	10-13	11-14	12-15
II	P	0,352	0,423	0,376	0,466	0,479	1,28	1,17	1,36	1,31	1,15
	D	0,351	0,332	0,361	0,440	0,479	1,26	0,95	1,29	1,27	1,14
III	P	0,368	0,461	0,391	0,459	0,514	1,27	1,17	1,45	1,27	1,11
	D	0,382	0,453	0,380	0,443	0,507	1,28	1,15	1,34	1,19	1,08
V	P	0,301	0,425	0,282	0,274	0,367	0,96	1,00	0,81	0,69	0,74
	D	0,298	0,349	0,254	0,298	0,324	0,92	0,82	0,81	0,73	0,65

TABLEAU IV  
GRADIENTS DE FEUILLE A FEUILLE : INTENSITES RESPIRATOIRES EN MG CO<sub>2</sub>/HEURE/G DE TISSU

Expérience	Position → Côté ↓	Zone 7								Zone 8							
		II	III	IV	V	VI	VII	VIII	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
K	P		0,264		0,271		0,305				0,326		0,376		0,357		
	D		0,277		0,304		0,280				0,339		0,402		0,409		
L	P	0,219	0,270	0,315						0,299	0,291	0,367					
	D	0,272	0,303	0,335						0,291*	0,348	0,427					
M	P		0,258	0,347		0,295					0,317	0,403		0,372			
	D		0,285	0,338		0,255					0,256	0,393		0,333			
T	P	0,401	0,331	0,334						0,395	0,400						
	D	0,412	0,366	0,332						0,408	0,396						
U	P		0,267	0,265	0,295						0,322	0,263					
	D		0,307	0,332	0,299						0,349	0,352					
V	P		0,418		0,419	0,353					0,433		0,409				
	D		0,358		0,381	0,365					0,398		0,483				
W	P		0,400			0,392	0,274				0,436			0,499	0,411		
	D		0,311			0,399					0,436			0,508			
X	P		0,329				0,316	0,299			0,397				0,402		
	D		0,350				0,339				0,363				0,367		

(\*) - zone proche de dégâts de champignons.

TABLEAU V  
GRADIENTS DE FEUILLE A FEUILLE : INTENSITES RESPIRATOIRES EN MG CO<sub>2</sub>/HEURE/DM<sup>2</sup> DE TISSU

Expérience	Position → côté ↓	Zone 7								Zone 8							
		II	III	IV	V	VI	VII	VIII	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
K	P		1,14		1,22		1,21				1,02		1,18		1,06		
	D		1,16		1,30		1,18				1,05		1,25		1,25		
L	P	0,94	1,18	1,40						0,97	0,95	1,18					
	D	1,18	1,33	1,41						0,90*	1,13	1,35					
M	P		0,92	1,29		1,02					0,85	1,13		0,97			
	D		1,00	1,23		0,93					0,68	1,11		0,92			
T	P	1,79	1,36	1,41						1,25	1,20						
	D	1,66	1,48	1,35						1,23	1,16						
U	P		1,42	1,38	1,55						1,21	1,43					
	D		1,59	1,79	1,61						1,30	1,89					
V	P		1,83		1,76	1,48					1,35		1,18				
	D		1,52		1,52	1,50					1,22		1,42				
W	P		2,09			1,94	1,25				1,58			1,71	1,35		
	D		1,66			1,89					1,60			1,77			
X	P		1,72				1,40	1,28			1,39				1,26		
	D		1,73				1,42				1,27				1,12		

(\*) - zone proche de dégâts de champignons.

gularités de l'ambiance climatisée. Mais en 4 h on n'a jamais observé de changement d'intensité respiratoire imputable à une détérioration des échantillons ; il faut au moins 6 h pour en arriver là.

Les résultats définitifs sont exprimés en mg de CO<sub>2</sub> dégagé :

- 1) par 100 cm<sup>2</sup> de surface,
- 2) par gramme d'échantillon frais.

## II. GRADIENTS A L'INTÉRIEUR D'UN MÊME LIMBE

### Expérimentation.

16 expériences ont été consacrées à cette question, portant sur des feuilles juste arrivées en position III, c'est-à-dire au moment où la feuille immédiatement au-dessus de celle que l'on observe, sur la même hélice foliaire, achève son déroulement (cf. photo 1).

Les dix premières expériences, désignées chronologiquement par les lettres A à J, ont été réalisées sur des feuilles d'environ 180 cm de longueur prélevées vers 9 h du matin. Les six dernières, N à S, ont porté sur des feuilles un peu plus grandes (200 cm environ) prélevées vers 7 h 45.

Chaque expérience comparait cinq zones du côté P et les cinq zones correspondantes du côté D. L'objet des sept premières (A à G) était d'établir systématiquement les gradients longitudinaux et transversaux. Les suivantes ont été choisies ensuite, au fur et à mesure, en fonction des résultats obtenus.

Les résultats sont consignés dans les tableaux I et II.

### Première étude des gradients.

L'examen des résultats des essais A à G conduisit à quelques conclusions immédiates :

1) le demi-limbe déroulé en dernier respire d'une manière générale un peu plus intensément que le demi-limbe déroulé en premier, que ce soit en fonction du poids ou en fonction de la surface. (La différence est d'ailleurs

exagérée dans l'expérience E, sans qu'on puisse savoir pourquoi.)

2) L'intensité respiratoire de deux feuilles apparemment très semblables et placées dans les mêmes conditions diffère notablement, même en considérant leurs zones homologues.

3) Le taux de respiration par gramme de tissu frais croît assez régulièrement de la base à l'apex de la feuille, si l'on considère les zones du limbe les plus proches de la nervure (1-4-7-10-13) ou intermédiaires (2-5-8-11-14) ; il croît de même transversalement de la nervure vers les bords (1-2-3, 4-5-6, 7-8-9, etc.) ; mais ces deux gradients perpendiculaires deviennent irréguliers quand on s'adresse aux zones marginales 3, 6, 9, 12 et 15.

4) Le taux de respiration par décimètre carré de tissu est beaucoup moins variable dans une même feuille. La base et l'apex ont avec ce mode d'expression une respiration un peu moins forte que les zones moyennes ; le gradient transversal devient faiblement décroissant ; mais les irrégularités persistent dans les zones marginales.

Les zones 3-6-9-12-15 devaient donc être éliminées, alors que la région 7-8 apparaissait la plus intéressante. Mais il était nécessaire de préciser la stabilité des gradients autour du centre de la feuille, soit dans les zones 4 à 12 et surtout 4-5-7-8-10-11. Accessoirement on étudierait aussi les zones 1 et 2, plus régulières que 13 et 14 et qui pourraient présenter parfois un intérêt pratique (zone la moins abîmée lorsque les feuilles sont lacérées par le vent ou brisées accidentellement).

Il fut donc décidé que les expériences suivantes comprendraient toutes au moins la zone 7 et si possible la zone 8. Les essais H à J et N à S confirmèrent les résultats précédents, à savoir :

— gradients régulièrement croissants, longitudinal et transversal, de l'intensité exprimée en fonction du poids ; devenant irréguliers dans les régions marginales.

— maximum d'intensité, en fonc-

tion de la surface, situé au voisinage de la mi-longueur pour une même bande longitudinale : 7 peut être sensiblement égale à 10 et supérieure à 4 (A, H, S), ou sensiblement égale à 4 et supérieure à 10 (N, O, Q, R). De même 8 par rapport à 5 et 11.

Par ailleurs 2 diffère moins de 5 que 1 de 4, toujours en fonction de la surface. Le côté D respire parfois moins intensément que le côté P.

D'une feuille à l'autre et pour une même zone, les intensités respiratoires varient beaucoup plus quand on les exprime en fonction de la surface que quand on les exprime en fonction du poids : soit l'inverse de ce qui se passe à l'intérieur d'une même feuille. Il semblerait donc que le taux de respiration par gramme de matière fraîche caractérise plutôt la nature et l'âge physiologique d'un tissu, le taux par unité de surface, dépendant de l'épaisseur de la feuille, variant davantage avec l'individu.

### Étude complémentaire.

Les gradients ainsi mis en évidence restent-ils stables au fur et à mesure que la feuille prend de l'âge ? Trois expériences additionnelles furent réalisées dans cette optique ; leurs résultats sont consignés dans le tableau III. Pour cette étude rapide on a pris arbitrairement cinq emplacements de la feuille, l'un à cheval sur les zones 2 et 5, l'autre à cheval sur les zones 3 et 6, etc.

On voit que les gradients changent peu entre les positions II et III, mais qu'ils ont évolué quand la feuille arrive en position V. Le gradient transversal demeure alors positif en fonction du poids (et négatif en fonction de la surface), en allant de la nervure à la marge. Mais le gradient longitudinal s'infléchit.

Bien qu'on ne puisse pas tout à fait comparer entre eux les résultats de ces trois feuilles prises à des jours différents sur des plants différents, il est clair que ces changements proviennent d'un vieillissement plus rapide des zones du limbe situées vers l'apex de la feuille.

A noter, dans ces trois expériences, l'inversion du léger gradient entre le côté P et le côté D.

### III. DIFFÉRENCES ENTRE FEUILLES SUCCESSIVES D'UN MÊME BANANIER

#### Expérimentation.

Huit expériences ont été consacrées à une étude sommaire des différences d'intensité respiratoire de différentes feuilles, but principal des études à venir.

Les trois premières (K, L, M) portaient sur des bananiers dont la feuille III mesurait environ 2 m, avec prélèvements vers 9 h du matin.

Les cinq dernières furent réalisées sur des bananiers dont la feuille III mesurait 2 à 2,5 m, avec prélèvement vers 7 h 15 du matin.

Chacune devait comparer les zones 7 et 8 de trois feuilles d'un même bananier, sur les deux demi-limbes. En supprimant deux des thermobaromètres on pouvait en effet étudier douze échantillons en une fois, ce qui fut fait pour les essais K, L, M; mais il apparut préférable ensuite de garder quatre thermobaromètres et d'omettre soit la zone 8, soit le côté D, sur la plus âgée des feuilles étudiées. La feuille III a été prise comme référence commune à toutes les expériences.

#### Résultats.

Les chiffres, présentés dans les tableaux IV et V, sont encore trop fragmentaires pour que l'on puisse en tirer des conclusions.

D'après les expériences K, L, M le taux de respiration croît de la feuille II à la feuille IV environ. Mais ce résultat

est infirmé par l'expérience T. Il faut noter cependant que les sujets des expériences T à X étaient des bananiers en mauvaise condition, hétérogènes, à petit nombre de feuilles vivantes, malheureusement les seuls disponibles à l'époque au voisinage du laboratoire; on ne pouvait en espérer des résultats très réguliers. Malgré tout, hormis le cas T, les intensités les plus élevées semblent bien être atteintes au voisinage de la feuille IV.

Les différences entre feuilles d'un même bananier se montrent plutôt moins accusées que les différences entre feuilles III des diverses expériences. Une chute d'intensité respiratoire est décelable dans les feuilles les plus âgées, à partir de la position VI ou VII selon les cas.

Les chiffres donnés par la zone 8 paraissent plus réguliers que ceux de la zone 7.

### CONCLUSION

Ces résultats préliminaires ont été recherchés dans un but purement exploratoire et ne prétendent pas apporter des informations valables sur la physiologie du bananier. Notre seul propos était de tester les modalités d'une méthode d'investigation utilisant un matériel disponible.

Certes, un appareil permettant la mesure des échanges gazeux sur de grandes surfaces foliaires conviendrait mieux aux études sur bananier. Néanmoins il apparaît que leur détermination à l'aide de l'appareil de Warburg sur des fragments de 10 cm<sup>2</sup> de surface pris à mi-longueur et mi-largeur des demi-limbes doit permettre d'obtenir des résultats représentatifs avec un nombre raisonnable de répétitions.

*Nous tenons à exprimer nos remerciements à la Direction de l'O. R. S. T. O. M. qui a bien voulu nous autoriser à utiliser l'appareil de Warburg appartenant à cet organisme. Nous sommes tout particulièrement reconnaissants à M. JACQUEMIN, phytophysiologiste de l'O. R. S. T. O. M., pour les nombreuses facilités et les conseils qu'il nous a accordés.*

*Extrait du Rapport annuel 1963-64 de l'Institut Français de Recherches Fruitières Outre-Mer (I. F. A. C.).*

### BIBLIOGRAPHIE

- (1) BEUGNON, M. — Note préliminaire sur l'essai « Sénescence foliaire », *Rapport Annuel I. F. A. C.*, 1964, Doc. n° 36.
- (2) CHAMPION, J. — Essai de défoliation du bananier 'Poyo' (second cycle) à la Station d'Azaguié. *Rapport Annuel I. F. A. C.*, 1962, Doc. n° 12.
- (3) CHARPENTIER, J.-M. — Essai de défoliation du Bananier en Côte d'Ivoire. *Rapport Annuel I. F. A. C.*, 1961, Doc. n° 54.
- (4) CHARPENTIER, J.-M., et CHAMPION, J. — Essai « Surface foliaire » n° 2 : étude des effets de la défoliation. *Rapport annuel I. F. A. C.*, 1964, Doc. n° 21.
- (5) DUMAS, J. — Étude de la feuille du bananier pour échantillonner dans les essais et les plantations. In : *Nutrition minérale et engrais*, éd. I. F. A. C., 1960, p. 54-57.

