Zeitschrift: Candollea : journal international de botanique systématique = international journal of systematic botany

Herausgeber: Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève

Band: 37 (1982)

Heft: 1

Artikel: La sélection naturelle des formes par le climat chez diverses populations africaines de Phyllanthus urinaria (Euphorbiaceae)

Autor: Haicour, Robert / Rossignol, Line / Rossignol, Martial

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-880023

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 14.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

La sélection naturelle des formes par le climat chez diverses populations africaines de Phyllanthus urinaria (Euphorbiaceae)

ROBERT HAICOUR
LINE ROSSIGNOL
&
MARTIAL ROSSIGNOL

RÉSUMÉ

HAICOUR, R., L. ROSSIGNOL & M. ROSSIGNOL (1982). La sélection naturelle des formes par le climat chez diverses populations africaines de Phyllanthus urinaria (Euphorbiacées). *Candollea* 37: 177-201. En français, résumé anglais.

Les diverses populations du *Phyllanthus urinaria*, peuplant les zones "subéquatoriales" de l'Afrique et de l'Amérique, se présentent sous forme de petites populations, homogènes, assez semblables entre elles sur les plans morphologique, palynologique, caryologique. Cependant, une étude biométrique comparée, menée sur la descendance d'un échantillonnage de populations ivoiriennes, révèle, tout comme chez les *Phyllanthus* guyanais précédemment étudiés, des différences entre populations. Les variations des caractères foliaires qui sont celles qui permettent le mieux de distinguer les populations sont corrélées avec certains facteurs climatiques. L'étude dynamique de ces variations permet d'entrevoir le mécanisme d'ajustement morphogénétique de la plante aux conditions climatiques grâce à la présence dans le matériel génétique de la population de formes diverses d'expression. Les populations d'une espèce végétale apparaissent ainsi comme des entités mouvantes en raison même de la mouvance des conditions climatiques dont elles dépendent.

ABSTRACT

HAICOUR, R., L. ROSSIGNOL & M. ROSSIGNOL (1982). The natural selection of forms due to climate by various African populations of Phyllanthus urinaria (Euphorbiaceae). *Candollea* 37: 177-201. In French, English abstract.

Various populations of *Phyllanthus urinaria* growing in "subequatorial" zones of Africa and America, present themselves as small homogeneous populations which

CODEN: CNDLAR
ISSN: 0373-2967
37(1) 177 (1982)

© CONSERVATOIRE ET JARDIN BOTANIQUES DE GENÈVE 1982

show many similarities in their morphology, palynology or caryology. However, a biometric study conducted on the progeny of a sample of Ivory Coast populations reveals differences between them, as it has been shown in an earlier study on guyanese *Phyllanthus*. Variations in foliar characteristics are correlated with some climatic factors. A dynamical study of these variations give informations on the self defence of the plant and on its ability to adjust its morphology to the climatic conditions on behalf of the existence of various forms of expression in the genetical stock of the population. Populations of a vegetal species seem thus to be unstable entities moving with the unstable climatic conditions which they depend upon.

1. Introduction

Le *Phyllanthus urinaria* L. est une rudérale thérophytique devenue pantropicale dont nous avons déjà noté le polymorphisme important dans les régions du Sud-Est asiatique (NOZERAN & al., 1978); elle se présente sous forme de populations homogènes, peu différentes entre elles qui peuplent diverses contrées raisonnablement humides, en particulier de l'Afrique et de l'Amérique.

Une étude quantitative, menée sur les populations guyanaises (BANCILHON-ROSSIGNOL & al., 1978, 1979), a montré que, malgré leur forte ressemblance, ces populations présentent des différences attestant, de la part de ce *Phyllanthus*, une réponse finement nuancée aux variations climatiques. Il s'agit d'une sélection par le climat des génotypes ou des formes d'expression durable d'un génotype (variants au sens de NOZERAN & BANCILHON, 1972), dont l'entropie est minimale, qui ont, par conséquent, le rendement optimal en regard des conditions du milieu.

En particulier, le nombre moyen de feuilles assimilatrices sur les rameaux plagiotropes est fortement corrélé à la moyenne annuelle des maximums journaliers de température ($\overline{Tx}$) [variable proportionnelle à la quantité d'énergie radiative fournie au niveau du sol de telle ou telle localité].

L'humidité relative de l'air, jouant un rôle dans l'écart journalier des températures extrêmes, influe également de manière décisive sur la sélection des divers génotypes.

Après avoir constaté que les *Ph. urinaria* d'Afrique et d'Amérique sont des plantes qui présentent de nombreux caractères communs sur les plans morphologique, caryologique, et palynologique, nous avons émis l'hypothèse que ces plantes étaient peu différentes entre elles, et dans le but de vérifier ou d'affiner les résultats obtenus avec les *Phyllanthus* guyanais, nous avons entrepris une étude sur des échantillons du *Ph. urinaria* provenant de diverses localités de Côte-d'Ivoire.

2. Origine et présentation du matériel utilisé

Les prélèvements de semences ont été effectués par L. et M. Rossignol sur des populations se développant dans les stations ivoiriennes suivantes (cf. fig. 1):

N'Douci	P1	Odienne	P5
Gagnoa	P2	Aboisso	P6
San Pedro	P3	Adiopodoumé	P7
Lacheri	P4		

Ces sites sont soumis à un climat "subéquatorial" dont ROSSIGNOL (1980) a précisé les limites thermiques. Pour la période 1960-1980, la moyenne annuelle de la température maximale journalière ($\overline{Tx}$) est comprise entre 28.7° et 33.5°C. Les écarts journaliers de température y sont peu importants et l'absence d'hiver se traduit par une température moyenne mensuelle toujours supérieure à 18°C.

Compte tenu de la tendance très nette à l'autogamie qui se dégage des études précédentes et afin d'éviter des autofécondations manuelles, les graines sont récoltées pied par pied. Nous avons vérifié ultérieurement que les plantes obtenues à partir de ces graines étaient morphologiquement proches des *Phyllanthus* guyanais. Leur port général est dressé, les fruits sont mamelonnés, les graines sont munies sur les faces latérales de côtes radiaires partant du hile, et de 2 à 3 fovéoles (BANCILHON, 1971). Les chromosomes sont de petite taille et le résultat des comptages effectués par S. Mangenot $2n = 50$ est voisin ou identique à celui de BRUNEL (1975) et de MANGENOT & al. (1977, 1978).

Des fécondations ont été réalisées expérimentalement entre diverses populations africaines du *Phyllanthus urinaria:* les hybrides obtenus sont fertiles.

Enfin, le caractère antibactérien des extraits de ces plantes (HAICOUR, 1973; NOZERAN & HAICOUR, 1974) testé sur *B. subtilis* (Marburg) est très marqué.

3. Stratégie expérimentale et bases statistiques de l'étude biométrique

Le dispositif adopté au printemps 1978 est un essai composé de deux blocs disposés dans la partie centrale d'une serre où les conditions de milieu ont été maintenues aussi constantes que possible ($26 \leq \theta°C \leq 32$, humidité variant de 70 à 85% et un appoint de lumière artificielle).

Les semis sont effectués en boîte de Pétri, puis les jeunes plantes sont rapidement transférées en pot individuel, sur compost standard.

Dans chaque bloc, les sept populations sont également représentées par trois familles (nous appelons famille la descendance d'un individu). Chaque

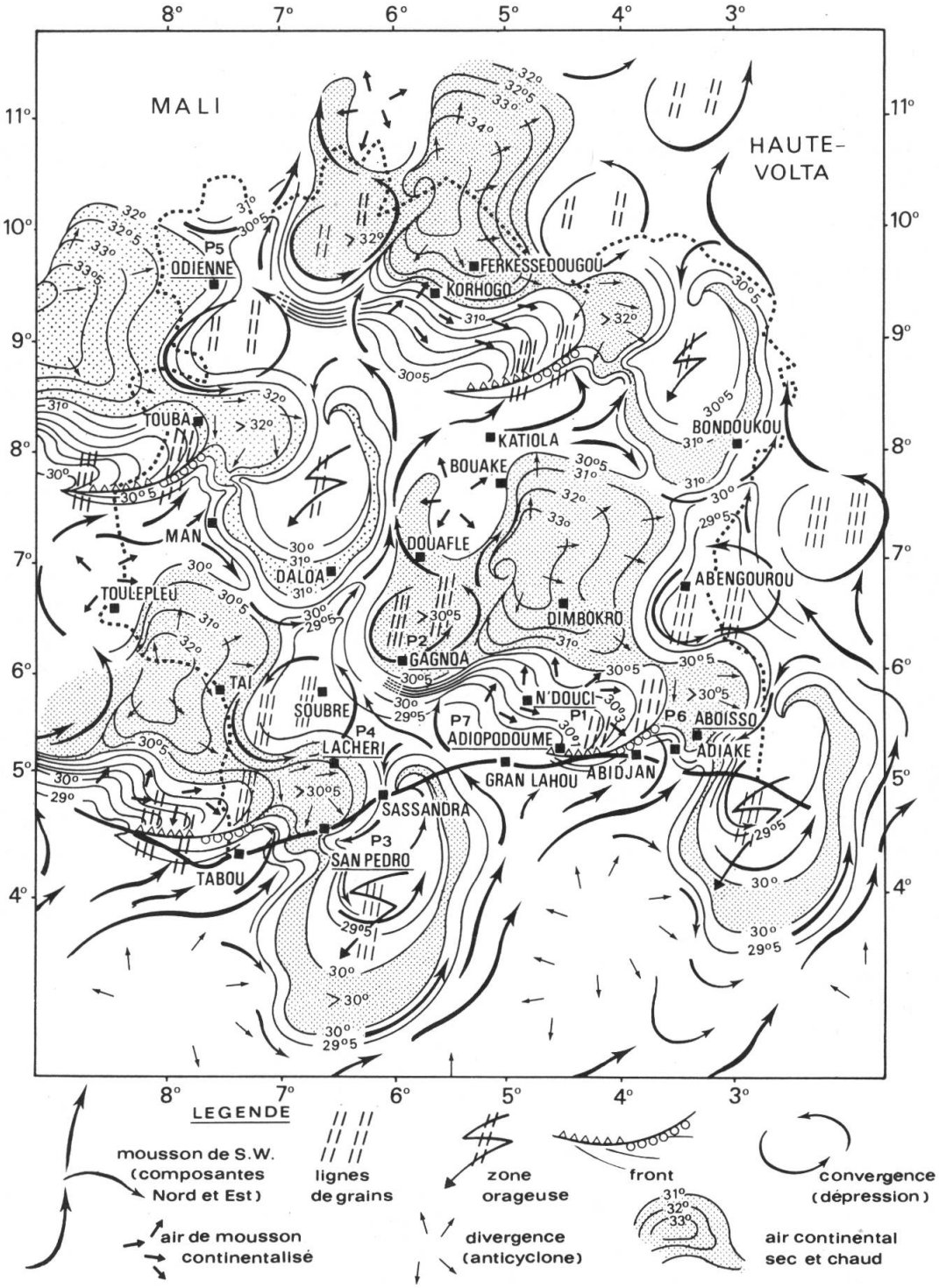


Fig. 1. — L'instabilité convective et la distribution du maximum journalier de température (moyenne annuelle). Principaux centres d'action (configuration moyenne); voies de pénétration de la mousson de S.W.

famille est composée de huit plantes tirées au sort dans la boîte de Pétri correspondante. L'essai est constitué de 7 × 3 × 8 soit 168 plantes, et d'une série de sujets destinés à limiter un éventuel effet de bordure.

Nous avons examiné les 27 caractères quantitatifs suivants:

- longueur et largeur de la 5me (F5) et de la 7me (F7) feuille assimilatrice des 3me, 5me, 7me et 8me rameaux plagiotropes (RP) en fin de croissance;
- nombre de feuilles assimilatrices et longueur de la première feuille assimilatrice à l'apex de ces mêmes rameaux;
- hauteur totale, des cotylédons à l'apex, des plantes en fin d'expérience;
- nombre de rameaux plagiotropes (> 3 cm) étalés en fin d'expérience;
- nombre de rameaux orthotropes (> 1 cm) secondairement démarrés sur l'axe orthotrope principal en fin d'expérience; et calculé la surface foliaire moyenne des rameaux plagiotropes:

$$\frac{\text{L} \times \text{l de la } 5^{me} \text{ FA} + \text{L} \times \text{l de la } 7^{me} \text{ FA}}{2} \times \text{nb FA du RP} \times {}^{2}/_{3}$$

($^{2}/_{3}$: coefficient correcteur pour tenir compte du fait que les feuilles assimilatrices (FA) sont plus petites vers l'extrémité des rameaux plagiotropes).

Pour cette étude, nous avons retenu trois critères de classification:

- un effet bloc qui est fixe (imposé par les lieux),
- un effet population aléatoire (ou fixe),
- un effet famille dans les populations, aléatoire.

L'effet bloc est croisé avec les deux suivants. L'effet famille est hiérarchisé dans l'effet population.

L'homogénéité intra-famille est appréciée par le calcul du coefficient de variation ($cv = {}^{\sigma}/_{\mu}$).

Nous réalisons dans un premier temps, pour chaque caractère, une analyse de variance à deux critères Anova II, modèle aléatoire population/famille dans chaque bloc.

Le modèle mixte a également été envisagé car on peut considérer que les populations ont été choisies en fonction du biotope où elles vivaient.

Ensuite, nous procédons à un regroupement des Anova II en une Anova III modèle mixte, partiellement hiérarchisé, où les diverses sommes des carrés des écarts à la moyenne (S.C.E.) sont calculées soit directement, soit à partir des sommations des termes des Anova II. Lorsque les conditions d'application sont réunies, les moyennes sont comparées par le test de Tuckey et regroupées par le test de Scheffe.

4. Résultats

On peut remarquer, avant de dégager les principales informations fournies par l'analyse des résultats:

— que le coefficient de variation intra-famille est généralement faible (< 13%), ce qui confirme la tendance à l'autogamie naturelle déjà relevée chez cette espèce (BANCILHON-ROSSIGNOL & al., 1978, 1979);

— que les caractères qui permettent de distinguer les populations entre elles, sont des caractères foliaires (tabl. 1);

— que la variation de la surface foliaire moyenne estimée pour chaque RP dépend surtout de la longueur des feuilles et de leur nombre, puisque l'écart de variation de la largeur de ces dernières est en fait assez faible.

C'est la raison pour laquelle nous allons spécialement nous intéresser à ces deux paramètres, bien que tous ceux étudiés concourent à donner le même type de résultat.

a) Etude statistique

En ce qui concerne la longueur moyenne des feuilles qui est, rappelons-le, une indication de la surface, les observations portent sur les feuilles chlorophylliennes placées au rang 5 et 7 après l'insertion du RP sur l'axe orthotrope (F5 et F7). Le caractère retenu est la moyenne arithmétique de ces deux longueurs F5 + F7/2.

Le classement des moyennes de la longueur des feuilles assimilatrices aussi bien que celui du nombre de ces feuilles permet de distinguer deux groupes statistiques grâce au test de Scheffe: d'une part les populations P5, P7, P1 (Odienne, Adiopodoumé, N'Douci), d'autre part les populations P4, P2, P6, P3 (Lacheri, Gagnoa, Aboisso et San Pedro). C'est ce que l'on peut observer par exemple à propos du nombre moyen de feuilles assimilatrices sur le 8me rameau plagiotrope (RP8) (fig. 2). Cependant l'analyse de variance indique un effet famille très important pour ce caractère.

Le tableau 2 indique que certaines populations (par exemple P5) ont une variance élevée, donc qu'il y a surdispersion des valeurs pour ce caractère. Nous reviendrons sur l'effet famille au cours de l'interprétation des résultats.

b) Variation, selon l'âge de la plante, du nombre moyen des feuilles sur le rameau ($\overline{Qf}$) et de leur longueur moyenne ($\overline{Lf}$)

Les deux caractères étudiés présentent une évolution, avec l'âge de la plante, diamétralement opposée (tabl. 2 et 3, fig. 3a et b):

Caractère/Niveau	*Longueur F5*	*Largeur F5*	*Longueur F7*	*Largeur F7*	*Nb de FA sur le RP*	*Estimation de la surface foliaire du RP*
Population	**	***	**	**	**	*
RP3 — Fam/Pop	***	**	***	***	***	***
Population	***	***	***	***	*	**
RP5 — Fam/Pop	*	NS	NS	*	***	**
Population	***	***	***	***	NS	**
RP7 — Fam/Pop	NS	NS	NS	NS	***	NS
Population	***	***	***	***	*	**
RP8 — Fam/Pop	NS	NS	NS	NS	***	NS

NS Non significativement différent
* Différence significative au seuil $\alpha = 0.05$
** Différence significative au seuil $\alpha = 0.01$
*** Différence significative au seuil $\alpha = 0.001$

Tableau 1. — Résultats de l'Anova III — Bloc (population/famille)

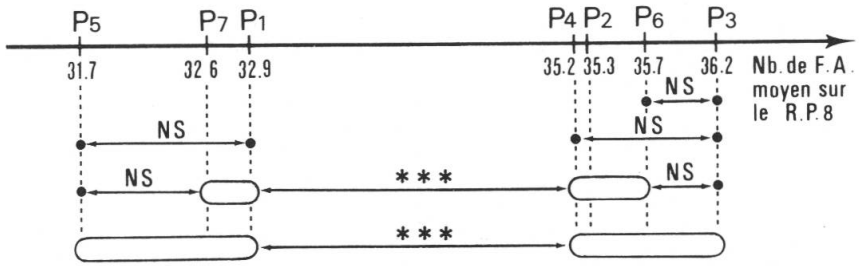


Fig. 2. — Distribution du nombre moyen de feuilles assimilatrices (FA) sur le 8me rameau plagiotrope des sept populations étudiées. Résultats du test de Scheffé. NS = groupes non significativement différents; *** = groupes hautement significativement différents ($\alpha = 0.001$).

Populations/Paramètres	*P1*	*P2*	*P3*	*P4*	*P5*	*P6*	*P7*
R Moyenne	18.9	21.8	22.1	19.2	17.0	20.5	18.4
Variance	4.9	2.5	8.1	3.5	3.2	6.9	3.2
P Ecart-type	2.2	1.6	2.8	1.9	1.8	2.6	1.8
CV en %	11.5	7.2	12.8	9.7	10.5	12.9	9.7
3 Erreur standard . . .	0.5	0.3	0.6	0.4	0.4	0.5	0.4
R Moyenne	30.0	29.1	30.8	27.1	27.4	31.3	26.7
Variance	8.3	5.7	6.9	5.2	13.1	9.3	2.6
P Ecart-type	2.9	2.4	2.6	2.3	3.6	3.1	1.6
CV en %	9.6	8.2	8.5	8.4	13.2	9.7	6.0
5 Erreur standard . . .	0.6	0.5	0.5	0.5	0.7	0.6	0.3
R Moyenne	31.8	33.3	34.6	32.5	30.9	34.2	30.4
Variance	12.8	4.4	7.3	5.8	9.6	4.3	4.2
P Ecart-type	3.6	2.1	2.7	2.4	3.1	2.1	2.1
CV en %	11.27	6.3	7.8	7.4	10.0	6.1	6.9
7 Erreur standard . . .	0.7	0.4	0.6	0.5	0.6	0.4	0.4
R Moyenne	32.9	35.3	36.2	35.2	31.7	35.7	32.6
Variance	12.3	3.0	6.1	7.4	11.0	6.4	6.2
P Ecart-type	3.5	1.7	2.5	2.7	3.3	2.5	2.5
CV en %	10.7	4.9	6.9	7.8	10.5	7.1	7.7
8 Erreur standard . . .	0.7	0.3	0.5	0.6	0.7	0.5	0.5
Moyennes générales . .	$\bar{\sigma}$ = 3.05	$\bar{\sigma}$ = 1.95	$\bar{\sigma}$ = 2.65	$\bar{\sigma}$ = 2.3	$\bar{\sigma}$ = 2.95	$\bar{\sigma}$ = 2.6	$\bar{\sigma}$ = 2.0
	$\bar{cv}$ = 10.8	$\bar{cv}$ = 6.65	$\bar{cv}$ = 9.0	$\bar{cv}$ = 8.3	$\bar{cv}$ = 11.05	$\bar{cv}$ = 8.9	$\bar{cv}$ = 7.6
	$\bar{x}$ = 28.4	$\bar{x}$ = 29.9	$\bar{x}$ = 30.9	$\bar{x}$ = 28.5	$\bar{x}$ = 26.8	$\bar{x}$ = 30.4	$\bar{x}$ = 27.0

Tableau 2. — Variation avec l'âge du nombre de feuilles assimilatrices sur les différents rameaux plagiotropes étudiés

Populations *Paramètres*	*P1*	*P2*	*P3*	*P4*	*P5*	*P6*	*P7*
Moyenne . . .	1 866.24	1 632.70	1 655.32	1 441.06	1 851.68	1 678.93	2 374.81
R Variance . . .	256 975	192 466.09	114 431.36	133 599.25	287 213.04	107 735.57	106 156.26
P Ecart-type . .	506.93	438.71	338.28	365.51	535.92	328.23	325.81
3 CV %	27.16	26.87	20.43	25.36	28.94	19.54	13.72
Erreur standard .	103.47	89.55	69.05	74.60	109.39	66.99	66.51
Moyenne . . .	1 863	1 420	1 518	1 348	1 985	1 596	2 453
R Variance . . .	301 219	81 407	130 701	38 409	567 392	175 884	241 831
P Ecart-type . .	549	285	361	196	753	419	491
5 CV %	29.5	20	24	14.5	38	26	20
Erreur standard .	112	58	73.79	40	154	85.5	100
Moyenne . . .	1 473	1 551	1 395	1 421	1 621	1 222	2 108
R Variance . . .	149 328	276 058	81 667	116 742	370 124	141 398	302 437
P Ecart-type . .	386	525	286	342	608	376	550
7 CV %	26	34	20	24	37	31	26
Erreur standard .	78.87	107	58	70	124	77	112
Moyenne . . .	1 479	1 478	1 337	1 474	1 612	1 147	1 959
R Variance . . .	199 308	188 358	57 848	156 135	348 553	121 556	244 402
P Ecart-type . .	446	434	240	395	590	349	494
8 CV %	30	29	18	27	37	30	25
Erreur standard .	91	88	49	81	121	71	101
Moyennes générales . . .	$\bar{\sigma}$ = 472	$\bar{\sigma}$ = 421	$\bar{\sigma}$ = 306	$\bar{\sigma}$ = 325	$\bar{\sigma}$ = 622	$\bar{\sigma}$ = 368	$\bar{\sigma}$ = 425
	$\bar{cv}$ = 28.2	$\bar{cv}$ = 27.5	$\bar{cv}$ = 20.6	$\bar{cv}$ = 22.7	$\bar{cv}$ = 35.3	$\bar{cv}$ = 26.6	$\bar{cv}$ = 21.3
	$\bar{x}$ = 1 670	$\bar{x}$ = 1 521	$\bar{x}$ = 1 476	$\bar{x}$ = 1 421	$\bar{x}$ = 1 768	$\bar{x}$ = 1 411	$\bar{x}$ = 2 224

Tableau 3. — Variation avec l'âge de la surface foliaire des rameaux plagiotropes (en mm^2)

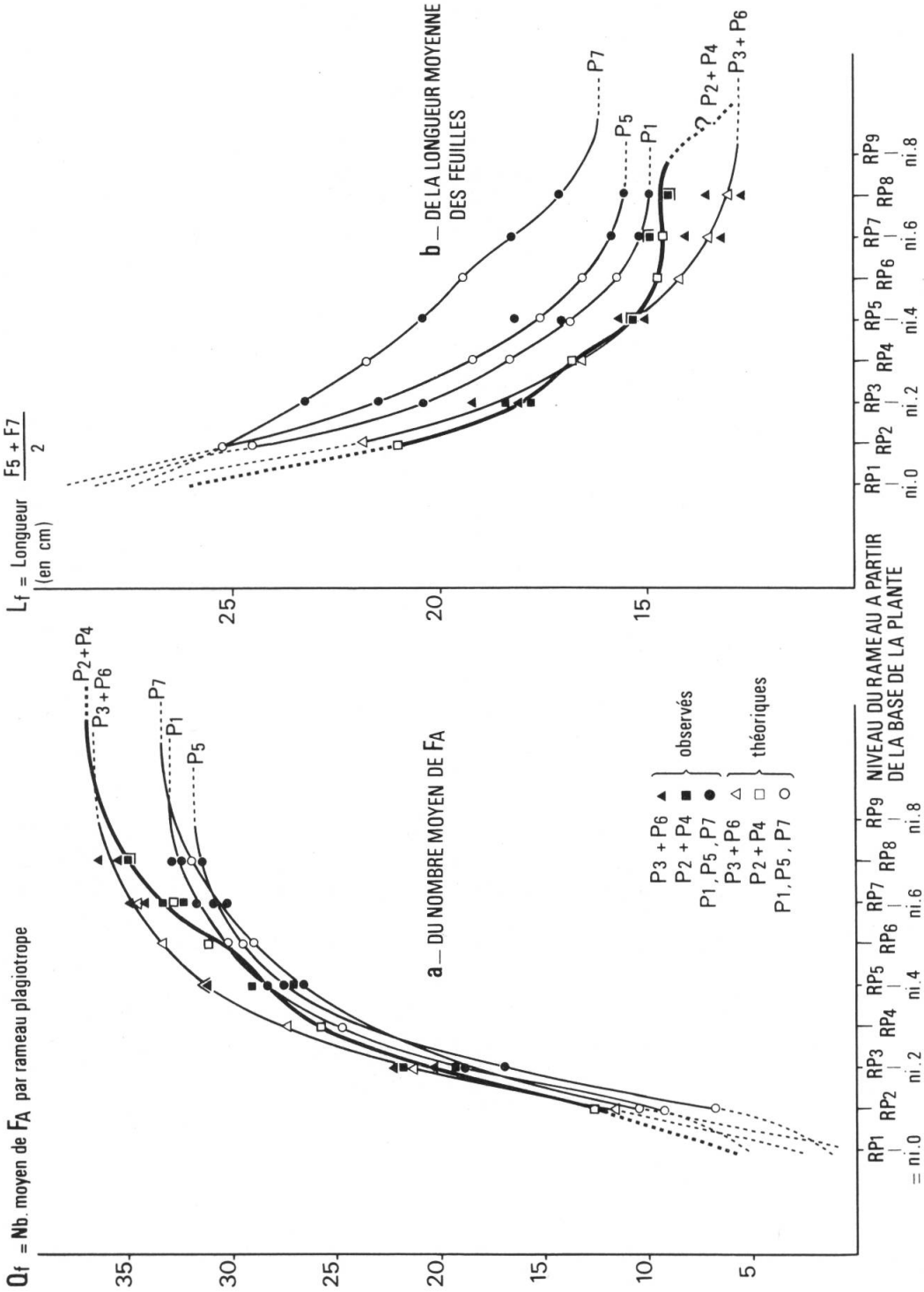


Fig. 3. — Variation *a*) du nombre moyen ($\overline{Qf}$) de feuilles assimilatrices (FA) et *b*) de la longueur moyenne ($\overline{Lf}$) des feuilles par rameau plagiotrope en fonction de l'âge de la plante chez les diverses populations étudiées.

α) alors que le nombre des feuilles, peu élevé sur les jeunes rameaux (RP3), augmente progressivement au fur et à mesure que l'on considère des rameaux de rang plus élevé (fig. 3a), le phénomène inverse est observé lorsqu'on examine la longueur moyenne des feuilles (fig. 3b) et, donc, leur surface;

β) la loi qui régit la variation des deux caractères est une fonction du niveau du rameau et donc de l'âge des plantes. Elle peut être traduite par une courbe asymptotique de Von Bertalanffy (fig. 3a et b) où le temps t est remplacé par le niveau ni. Le RP1 représente le niveau 0, le RP2 le niveau 1 ... et le RPn le niveau n-1. L'équation de la droite est la suivante:

$$\Lambda\, ni = \Lambda\infty\, [1 - e^{-k\,(ni\, -\, nio)}]$$

ou Λ est, soit une quantité (Q = nombre de FA par rameau plagiotrope), soit une longueur (L = longueur de F5 + F7/2).

Pour le calcul des estimations, cette équation peut être représentée par sa forme logarithmique, d'exploitation plus commode (cf. annexes 1 et 2):

$$\Lambda\, ni = \Lambda\infty - \text{antilog.}\, [K\,(ni - nio)\, \log.\, e + \log.\, \Lambda\infty]$$

L'équation de la droite de régression dLf/Lf (variation de la longueur foliaire par unité de temps/longueur moyenne des feuilles), ou dQf/Qf (variation du nombre de feuilles par unité de temps/nombre de feuilles sur le rameau), établie à partir des données de l'expérimentation, a permis de calculer, pour chaque population, la pente des courbes et les valeurs L ∞ et Q ∞, pour lesquelles le caractère ne varie plus, et donc pour lesquelles on considère que le stade "adulte" est atteint.

Si les courbes des accroissements du nombre de feuilles, ou de diminution des longueurs foliaires, ainsi que les droites de régression, restituent bien la réalité des deux groupes de l'étude statistique (P5, P7, P1, à feuilles relativement grandes et peu nombreuses; P4, P2, P6, P3, à feuilles relativement petites et plus nombreuses), leur séparation n'est pas aussi nette partout. L'examen des pentes (fig. 4) indique plutôt l'existence de deux types de courbes:

— le premier type, à variation régulière, englobe les populations P7, P5, P1 et P3, P6 dont les lignes de régression ont des pentes voisines. On peut distinguer à l'intérieur de cet ensemble deux groupes différenciés par leurs moyennes (fig. 3a et b);

  — le premier (P7, P5, P1, à nombre moyen de feuilles par rameau peu élevé (26.8 à 28.4) et à longueur moyenne de feuille relativement grande (entre 16.9 et 19.8);

  — le second (P3, P6) à nombre moyen de feuilles par rameau élevé (30.4 à 30.9) et à petite longueur moyenne de feuille (15.2 mm environ);

— le deuxième type de courbes recouvre les populations P4 et P2 qui présentent une pente soit plus faible (nombre de feuilles), soit plus élevée (longueur de feuilles) que dans le premier type (fig. 4).

Les courbes du deuxième type montrent une particularité intéressante au-delà du rameau RP5. En effet, si on considère le caractère "longueur moyenne des feuilles" (fig. 3b), alors que les moyennes calculées classent tout d'abord P4 et P2 dans le même groupe que P3 et P6, une nette diminution de la variation du caractère par unité de temps à partir du RP5 rapproche P4 et P2 du groupe P7, P5, P1.

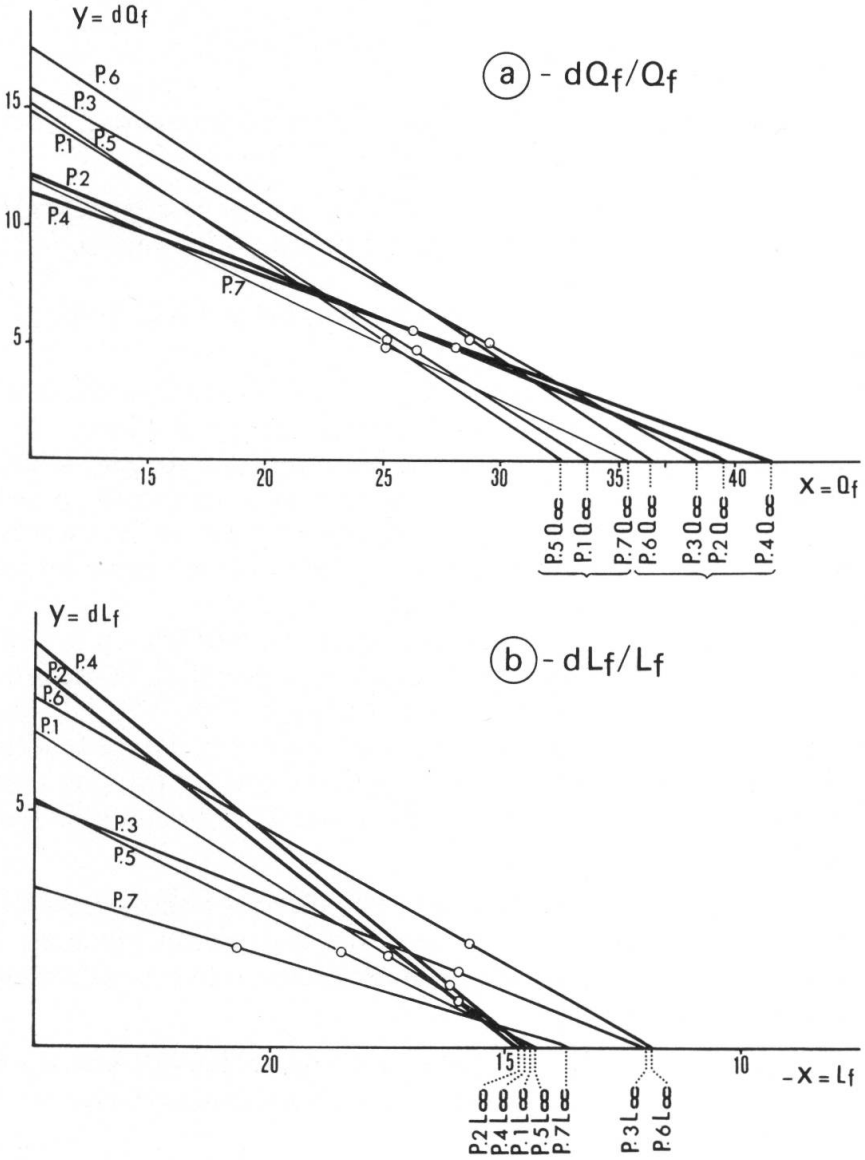


Fig. 4. — Relation entre l'accroissement du caractère foliaire étudié et sa taille (Uni = RP5 — RP3 ou RP7 — RP5...). *a*) relation dQf/Qf; *b*) relation dLf/Lf.

Par contre, lorsqu'on considère le caractère "nombre moyen de feuilles" (fig. 3a), le phénomène est inversé. A partir du RP5, les moyennes de P4 et P2 qui étaient voisines de celles du groupe P7, P5, P1, se rapprochent de plus en plus de celles de P6, P3, au fur et à mesure que l'on s'adresse à un RP de rang plus élevé.

c) Relation entre le nombre moyen de feuilles par rameau ($\overline{Qf}$), ou la longueur moyenne du rameau ($\overline{Lf}$), et la température maximale diurne (moyenne annuelle: $\overline{Tx}$)

Si on examine la courbe de variation du nombre moyen de feuilles par rameau, et de la longueur moyenne de F5 et F7 de ces mêmes rameaux, en fonction de la $\overline{Tx}$ des stations d'origine des populations considérées (fig. 5), on observe que, pour un rameau donné, les courbes présentent un même pic, mais que leur évolution se fait dans un sens diamétralement opposé. Ceci résume la constatation précédente: à une longueur de feuille moyenne minimale (représentant une surface foliaire minimale), correspond un nombre de feuilles maximal.

On a une distribution des valeurs de chaque côté d'un point (ou zone) central(e) correspondant à une $\overline{Tx}$ proche de 30.6°C. En deçà et au-delà du point central, les valeurs diminuent d'autant plus qu'on s'éloigne de ce seuil, s'il s'agit du caractère nombre de feuilles par rameau, ou au contraire, augmentent s'il s'agit du caractère longueur moyenne des feuilles.

Le point central comprend les populations P6 et P3. La zone centrale, dont la $\overline{Tx}$ est comprise entre 30.5 et 30.7°C englobe les populations P4 et P2.

5. Discussion — Interprétation des résultats

On peut penser, comme nous l'avons fait dans la conclusion de notre étude sur les populations de Guyane (BANCILHON-ROSSIGNOL & al., 1978), que la $\overline{Tx}$ du point central, égale ici à 30.6°C, représente un optimum climatique où la plante, soumise à un rayonnement solaire optimal, présente le meilleur quotient d'assimilation.

Dans cette hypothèse, on admet que les génotypes du *Ph. urinaria* étudiés par nous, provenant de Côte-d'Ivoire, de Guyane, du Sud Viet-Nam, appartiennent à un même écotype qui se serait adapté depuis très longtemps au climat "subéquatorial". De même il existe un deuxième écotype au Nord Viet-Nam (travail en cours) qui s'est adapté au climat "tropical".

Ces climats, "tropical" et "subéquatorial", englobent une variété de climats régionaux plus ou moins frais et humides, ou plus ou moins chauds et secs (système en damier, fig. 1).

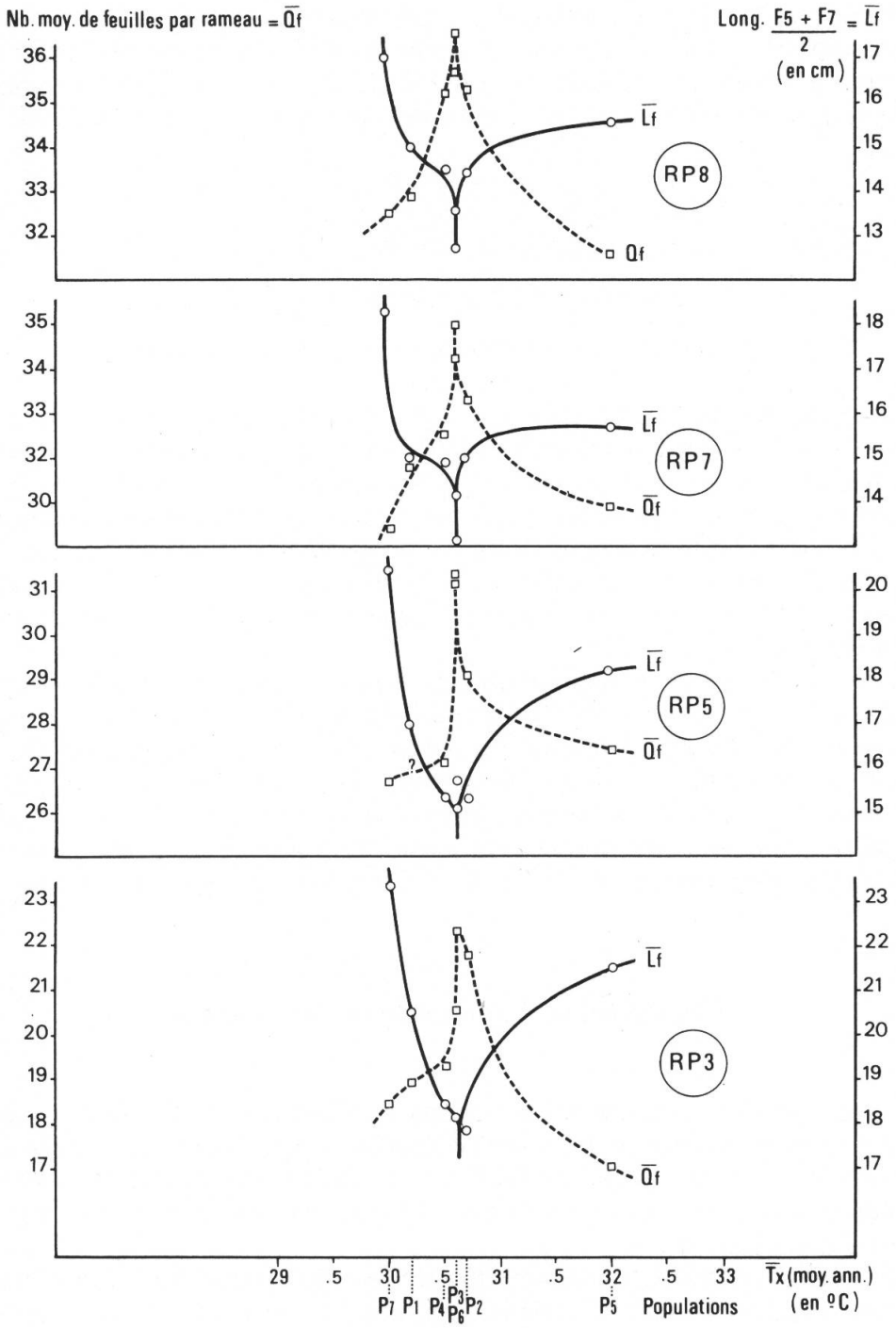


Fig. 5. — Relation entre le nombre moyen de feuilles par rameau plagiotrope ($\overline{Qf}$), ou la longueur moyenne $\overline{Lf}$ (= F5 + F7/2) du rameau, et la température maximale diurne (moyenne annuelle) de la station ($\overline{Tx}$).

On retrouve chez la plante un caractère moyen correspondant à un certain rayonnement, et des extrêmes, soit dans un sens, soit dans l'autre.

Sur une très longue période l'adaptation s'est donc faite sur le rayonnement moyen, avec, cependant, une possibilité génétique de réajustement aux conditions locales se traduisant par des caractéristiques morphologiques. C'est ce qui donne à l'écotype une expansion possible dans les limites du climat. Cependant, il convient de considérer que le climat n'est pas constant, qu'il évolue dans le temps. Ainsi, d'après une étude globale de M. Rossignol sur les systèmes convectifs intertropicaux (travail en cours et ROSSIGNOL, 1980), la $\overline{Tx}$ (moyenne générale annuelle) caractérisant le climat "subéquatorial" a varié de 0.7°C entre la première et la seconde moitié du siècle (fig. 6).

La période 1910-1940 correspond à un épisode humide et relativement frais (valeur centrale de $\overline{Tx}$ = 30.4°C) sur la ceinture équatoriale, allant de pair avec un épisode chaud aux pôles et en pays tempéré. Tandis que la période qui vient de se terminer, 1960-1980, avec une valeur centrale de $\overline{Tx}$ = 31.1°C peut être assimilée à un épisode chaud et sec sur la ceinture équatoriale et à un épisode "froid" aux pôles et en pays tempéré.

Selon ces données, la moyenne générale de $\overline{Tx}$ caractérisant le climat subéquatorial serait de 30.7°C, valeur très voisine de celle trouvée pour le point central 30.6°C.

Nous avons parlé de possibilités de réajustement morphogénétique lorsque les conditions s'écartent de l'optimum: il apparaît alors, que, pour un rameau donné, il faille trouver une amélioration du rendement photosynthétique et que ceci se réalise par une variation de la surface foliaire du rameau. Le principe est simple, il consiste en une optimisation de la surface en fonction de la quantité d'énergie assimilable disponible: augmentation de la surface foliaire relative, et donc de la capacité photosynthétique de la plante, d'autant plus grand que les conditions sont plus draconiennes.

En fait, ce n'est pas la surface foliaire d'un seul rameau qu'il faut considérer, mais la surface totale du feuillage aux différents âges de la plante. Le tableau 3 permet d'analyser les fluctuations (avec le temps), en fonction du niveau du rameau, de la surface totale et donc également de la surface relative moyenne par rameau.

On constate que les populations de la zone de l'optimum climatique (P3, P6, P2, P4), ont même surface foliaire totale et même surface foliaire relative (moyennes par rameau), celles-ci étant nettement plus petites que celles des autres populations (P7, dont la $\overline{Tx}$ est la plus éloignée de l'optimum dans les basses températures, ayant la plus grande surface).

Ceci est vrai en première analyse, lorsqu'on somme, pour chaque population, tous les résultats jusqu'au 8me rameau. Mais une analyse plus détaillée, considérant tous les âges, montre que P2 et P4 n'obéissent pas à la même loi que les autres, conséquence de la particularité constatée au sujet des deux caractères étudiés: nombre de FA par rameau, surface (ou longueur) des FA.

En effet, si les populations à régime optimal "classique", P3 et P6, et celles à régime d'"économie", P1, P5, P7, gardent durant la durée de la croissance

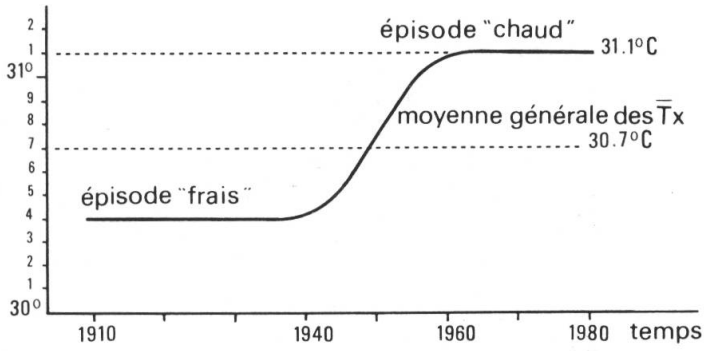


Fig. 6. — Variation en fonction du temps de la moyenne générale des $\overline{Tx}$.

leur caractère propre établi dès le plus jeune âge, la loi de croissance des P2 et P4 fait que leur caractère varie avec l'âge en ce qui concerne le nombre des feuilles sur le rameau: voisin du régime optimal "classique" chez les deux premiers rameaux, se rapprochant du régime d'"économie" à partir du 3me rameau, et s'en éloignant à partir du 6me rameau. En ce qui concerne la longueur des feuilles, elle est comparable à celle du régime optimal "classique" jusqu'au 5me rameau, et voisine du régime d'économie au-delà du 5me rameau. Caractère mixte donc, qui se traduit par une variation cyclique de la surface foliaire totale, ou de la surface moyenne par rameau, au cours de la croissance (fig. 7). La surface foliaire totale est tantôt plus grande, tantôt plus petite qu'en régime optimal "classique", et la capacité photosynthétique de la plante varie également, dans le temps, de la même façon.

Comment expliquer cette différence de comportement chez P2 et P4, alors qu'elles semblent disposer d'un rayonnement solaire aussi élevé que P3 et P6 ($\overline{Tx}$ très voisins)?

Les responsables sont, à notre avis, la situation géographique des deux localités Gagnoa (P2) et Lacheri (P4), et les conditions orographiques environnantes qui les placent dans une zone de dépression où entrent en contact les deux masses d'air: l'une océanique, relativement fraîche et très humide, l'autre continentale, chaude et sèche. La conséquence est l'établissement d'un climat caractérisé par des averses nombreuses et une durée moyenne d'insolation plus courte que dans les autres stations: de 5.0 à 5.5 heures/jour pour P2 et P4; de 6.0 à 6.5 heures/jour pour les autres stations, P1, P3, P5, P6, P7 (d'après le Service d'exploitation météorologique de Côte-d'Ivoire: "Durée d'insolation moyenne annuelle — Période 1961-1971"). Ce qui place, comme pour P1, P5, P7, les populations de Gagnoa et de Lacheri, en état de manque de photosynthétats disponibles pour la croissance, c'est-à-dire, là-aussi, en régime d'"économie".

Le fait que la loi de croissance soit différente, indique que le caractère: nombre de feuilles assimilatrices est imposé, dès le tout jeune âge, par l'intensité du rayonnement solaire.

P2 et P4 présentent en effet (fig. 3a) un nombre de feuilles, sur les premier et deuxième rameaux, voisin de P3 et P6 (valeurs estimées, fig. 3a). Mais à ce

caractère est couplé celui de la surface des feuilles, surface d'autant plus petite dans la majorité des cas que le nombre des feuilles est plus élevé. C'est-à-dire que si P2 et P4 utilisaient le modèle optimal classique imposé par le rayonnement solaire, la surface foliaire totale serait toujours trop faible pour satisfaire les besoins de la plante qui resterait en déséquilibre constant. Seul le régime "mixte" ou cyclique est capable de compenser ce déséquilibre. Il le peut par l'alternance de périodes où la plante, possédant une capacité photosynthétique supérieure à la normale, accumule des réserves, et de périodes à faible capacité photosynthétique où la plante puise dans ses réserves.

Dans quelle mesure peut-on comparer ce modèle de croissance avec le phénomène de cyclicité interne déjà décrit chez d'autres espèces, et particulièrement sur des plantes cultivées en serre (NOZERAN & al. 1982, sous presse)?

Pour terminer cette étude, il reste à expliquer l'effet famille observé principalement chez certaines populations comme la P5. Rappelons que l'effet famille est estimé par le calcul de la dispersion ou quantité de variation

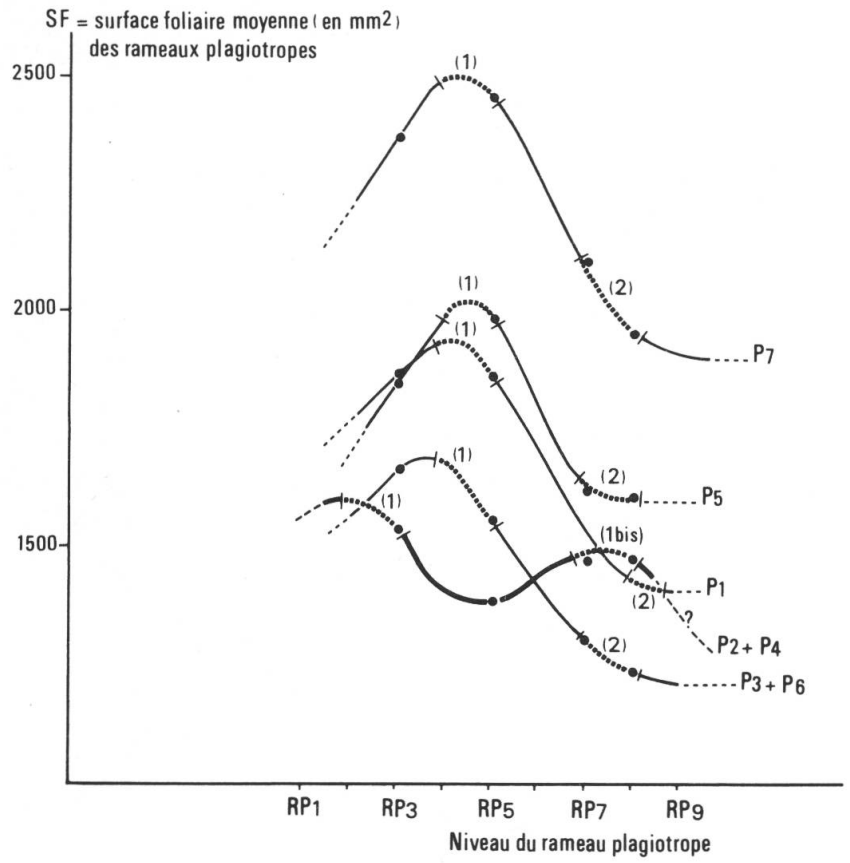


Fig. 7. — Variation avec l'âge, de la surface foliaire du rameau (1, 1bis fin du stade jeune; 2, stade préadulte) = périodes critiques de la plante au cours de sa croissance (coefficient de variation élevé).

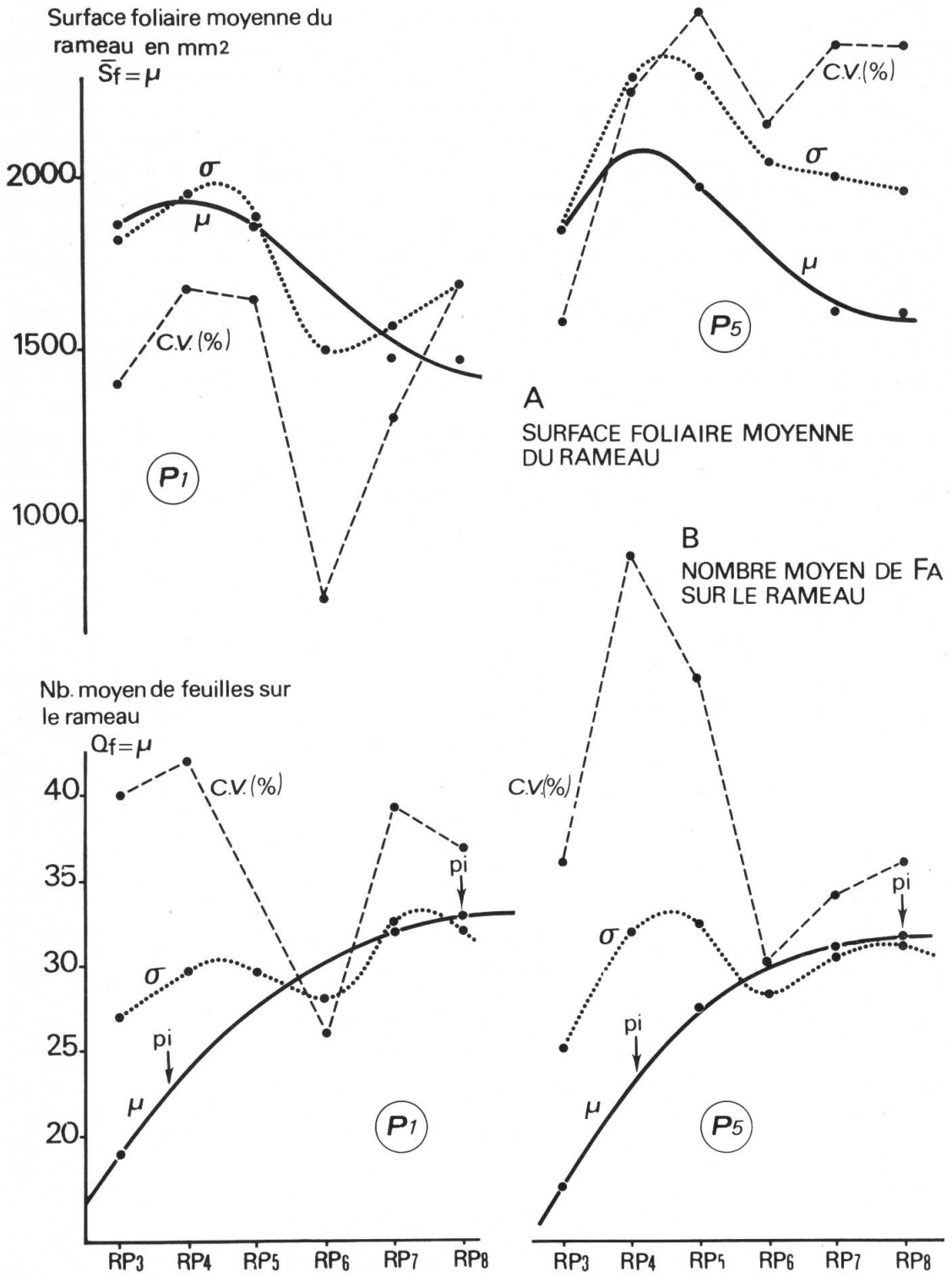
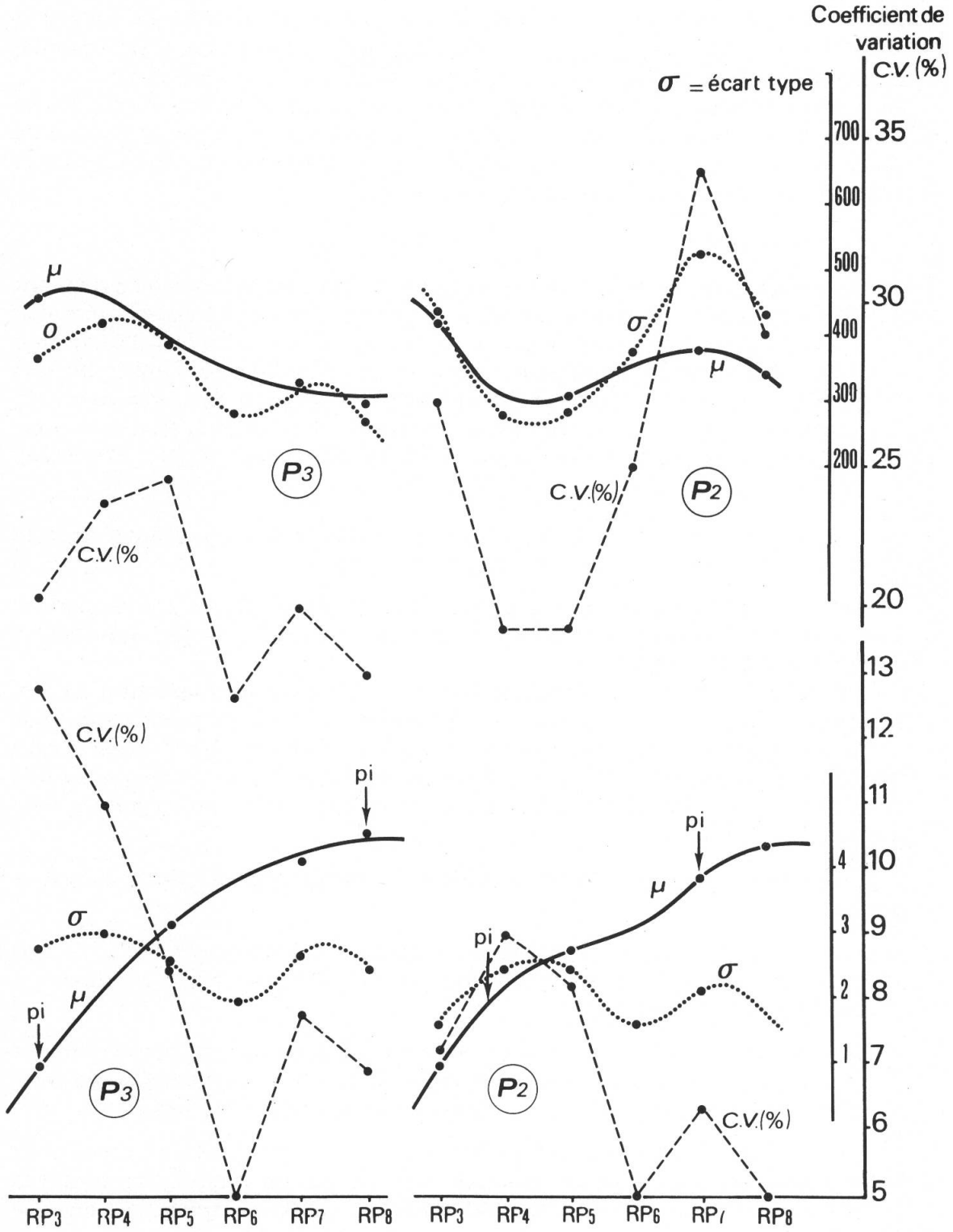


Fig. 8. — Etude de la dispersion. Variation avec
du coefficient de variation en pourcentage (*CV*
d'inflexion de la courbe



l'âge, de la moyenne μ, de l'écart-type σ et $= \sigma/\mu$) des caractères étudiés. *pi* = point de croissance.

dans la population; sa mesure est donnée par le coefficient de variation $CV(\%) = \sigma / \bar{x}$ (σ = écart type; $\bar{x}$ = moyenne de l'échantillon). L'effet famille est donc fonction de l'écart type et de la moyenne de la distribution.

L'analyse des variations relatives des trois paramètres, σ, $\bar{x}$ et CV (%) (fig. 8a et b et tableaux 2 et 3), au cours de la vie de la plante, a été faite à partir des distributions de deux caractères: nombre moyen de FA sur le rameau et surface foliaire moyenne du rameau.

Il ressort que:

— les coefficients de variation qui présentent, d'une population à l'autre, des différences plus ou moins grandes, se situent dans une fourchette: entre 4.9 et 13.2 (nombre de FA sur le rameau), ou entre 13.7 et 38 (surface foliaire du rameau); la moyenne générale des CV (%) pour l'ensemble des populations étudiées est de 8.9 (nombre de FA); il est intéressant de constater combien nos résultats sont proches des valeurs trouvées pour certaines variétés de céréales (entre 5% et 15%) (SNEDECOR & COCHRAN, 1967);

— si la valeur du CV (%) dépend de la population, elle varie aussi avec le niveau du rameau, et donc avec l'âge de la plante.

Deux niveaux sont caractérisés par un CV (%) élevé (fig. 8) correspondant à un taux de croissance de l'écart-type, par rapport à sa moyenne, supérieur à celui du caractère étudié.

En ce qui concerne le nombre de FA, on observe un maximum au 4me rameau suivi d'une courte période au 6me rameau, où les grandeurs sont plus uniformes (variance ou écart-type faible), enfin, aux 7me et 8me rameaux un deuxième maximum où l'écart-type est généralement plus faible qu'au 4me rang (le taux de croissance des deux paramètres σ et CV (%) est en général égal à celui du caractère).

En ce qui concerne la surface foliaire du rameau, deux cas de figure se présentent:

— avec les populations P2 et P4, les maximums de σ et de CV (%) sont observés le premier dans le jeune âge, avant le 3me rameau, et le deuxième aux 7me et 8me rameaux;

— chez les autres populations, les deux niveaux à maximum correspondent aux 4me et 5me rameaux d'une part, et aux 7me et 8me rameaux d'autre part, séparés par une période d'homogénéité passagère (6me rameau).

Ces résultats présentent une forte analogie avec ce qui est observé chez les hommes ou les animaux au cours de leur croissance, c'est-à-dire durant la période de vie qui précède le stade adulte. Chaque espèce ou chaque population est caractérisée par une certaine valeur du CV, ceci au stade adulte; mais auparavant, le CV (%) augmente jusqu'à la puberté, puis tombe brusquement pendant une brève période, remonte durant une période pré-

adulte plus ou moins longue, pour finalement se stabiliser autour d'une valeur moyenne (SNEDECOR & COCHRAN, 1967).

Dans le cas présent, on remarque que l'augmentation du coefficient de variation correspond à un point précis qui se matérialise sur la courbe de croissance par un point d'inflexion. Ceci illustre la différence de comportement de P2 et P4 d'une part et des autres populations d'autre part.

Chez P2 et P4 le premier maximum du *CV* se situe entre le RP2 et le RP3 (point d'inflexion RP2), chez les autres populations, le maximum du *CV* est entre RP4 et RP5, point d'inflexion RP4 (fig. 8).

Le deuxième maximum reflète une seconde période d'hétérogénéité au stade pré-adulte, avant stabilisation du *CV* (%).

L'effet famille observé n'est autre, en définitive, que l'expression de l'ajustement morphogénétique de la plante aux conditions climatiques. Nous avons dit, dans une première étude (BANCILHON-ROSSIGNOL & al., 1978, 1979), que cet ajustement n'était pas instantané, mais était réalisé par sélection naturelle, grâce à la présence, dans le matériel génétique de la population de formes d'expression diverses du génotype. L'augmentation du *CV* aux périodes critiques de la croissance est la concrétisation de ces formes adaptatrices, leur "mémorisation".

Le cas de la P5 (Odienne), qui présente une variance et un *CV* (%) toujours très élevés, est particulier. Il s'y ajoute un effet "parcelle" local dû aux conditions ambiantes du lieu où le matériel a été prélevé: parterres situés sur le devant de bungalows différemment orientés autour d'une piscine.

Conclusion

Cette étude confirme, tout en les précisant, les résultats obtenus lors de l'étude des *Phyllanthus* guyanais.

La forme introduite en Côte-d'Ivoire, comme celle de Guyane, est adaptée au climat "subéquatorial" dont la température maximale journalière, $\overline{Tx}$ (moyenne annuelle), correspondant au rayonnement solaire moyen de cette zone du globe, est voisine de 30.6°C. A ce rayonnement, ou à cette température optimale pour le *Ph. urinaria,* correspond une surface foliaire minimale capable d'assurer le meilleur rendement photosynthétique, avec le minimum d'entropie.

Lorsqu'on s'écarte de l'optimum, un autre équilibre est recherché grâce à l'"optimisation" de la surface foliaire totale de la plante pendant sa croissance, par un réajustement du nombre de feuilles assimilatrices sur le rameau, et de leur surface.

Ces réajustements, sensibles aux périodes critiques qui précèdent le stade adulte, sont rendus possibles par la présence, dans le matériel génétique de la plante, de formes d'expression variées. En langage génétique, et par analogie avec ce qui a été observé dans des populations humaines, on peut imaginer le support de ces formes: un couple de gènes, correspondant aux deux

Annexe 1. – *Qni* = nombre moyen de feuilles par rameau plagiotrope

A) Equation de la courbe:

(1) $Qni = Q\infty - \text{antilog.}\,[K\,(ni\text{-}nio)\,\log.\,e + \log.\,Q\infty]$

B) Calcul des paramètres

Populations	Régression dQ/Q (unité d'intervalle = intervalle entre deux rameaux) $dQ = Y$; $Q = X$	Paramètres de l'équation (1)
P1	$Y = -0.64\,x + 21.6$ Moy. = $\bar{X} = 26.4$; $\bar{Y} = 4.7$	$Q\infty = 33.8$; $K = -0.49_5$; $nio = +0.3_5$
P2	$Y = -0.41\,X + 16.2$ Moy. = $\bar{X} = 28.1$; $\bar{Y} = 4.7$	$Q\infty = 39.5$; $K = -0.34$ ($nio = -0.3$ (niveaux RP2, RP3, RP4) ($nio = 0$ (niveau RP5) ($nio = +0.3$ (niveaux RP6, RP7, RP8)
P3	$Y = -0.55\,X + 21.1$ Moy. = $\bar{X} = 29.5$; $\bar{Y} = 4.9$	$Q\infty = 38.4$; $K = -0.44$; $-0.1 \leqslant nio \leqslant +0.4$ Moy. de *nio* = + 0.15 = − 0.1 pour RP1 = 0 pour RP2, RP3 = + 0.1 pour RP4 = + 0.2 pour RP5, RP6 = + 0.4 pour RP7, RP8, RP9 (adulte après RP9)
P4	$Y = -0.36\,X + 14.9$ Moy. = $\bar{X} = 26.3$; $\bar{Y} = 5.4$	$Q\infty = 41.4$; $K = -0.31$ *nio* = − 0.3 (niveau RP1) *nio* = 0 (niveaux RP2, RP3, RP4) *nio* = + 0.5 (niveau RP5) *nio* = + 0.7 (niveau RP6) *nio* = + 1.0 (niveaux RP7, RP8, ...)
P5	$Y = -0.67\,X + 21.8$ $\bar{X} = 25.1$; $\bar{Y} = 5.0$	$Q\infty = 32.5$; $K = -0.51$ *nio* = + 0.45 *nio* = + 0.55 (RP1, RP2, RP3) *nio* = + 0.45 (RP4) *nio* = + 0.35 (RP5, RP6, RP7, RP8) (adulte après RP8)
P6	$Y = -0.67\,X + 24.4$ $\bar{X} = 28.7$; $\bar{Y} = +5.2$	$Q\infty = 36.4$; $K = -0.51$; $+0.2\,nio + 0.4$ *nio* = + 0.2 (RP1) *nio* = + 0.3 (RP2) *nio* = + 0.4 (RP3) *nio* = + 0.2 (RP5) *nio* = + 0.3 (RP6) *nio* = + 0.4 (RP7) *nio* = + 0.3 (RP8) (adulte après RP8)
P7	$Y = -0.48\,X + 17.0$ $\bar{X} = 25.2$; $\bar{Y} = 4.9$	$Q\infty = 35.4$; $K = -0.39$; $+0.1\,nio\ 0.8$ *nio* = + 0.1 (RP1 à RP3) *nio* = + 0.2 (RP4) *nio* = + 0.4 (RP5) *nio* = + 0.6 (RP6) (adulte après RP10) *nio* = + 0.8 (RP7 à RP9)

Annexe 2. – *Lni* = longueur moyenne de F5 + F7/2

A) Equation de la courbe:

(2) $Lni = -L\infty + \text{antilog.}\,[K\,(ni\text{-}nio)\,\log.\,e + \log. - L\infty]$

B) Calcul des paramètres

Populations	Régression *dL/L* *dL* = Y; *L* = – X	*Paramètres de l'équation (2)*
P1	Y = 0.57 X – 8.01 Moy. = – $\bar{X}$ = 17.5; $\bar{Y}$ = – 1.9	*L* ∞ = – 14.05; K = – 0.45 *nio* = + 0.3 (sauf pour RP1 où *nio* = 0) (adulte à RP8)
P2	Y = 0.83 X – 12.2 Moy. = – $\bar{X}$ = 16.0; $\bar{Y}$ = – 1.0	*L* ∞ = – 14.7; K = – 0.604 *nio* = – 0.5 (niveaux RP2, RP3, RP4 et RP5) = + 0.6 (niveau RP6) = + 1.6 (niveau RP7) = + 2.6 (niveau RP8)
P3	Y = 0.40 x – 4.8 Moy. = – $\bar{X}$ = 16.0; $\bar{Y}$ = – 1.6	*L* ∞ = – 12.0; K = – 0.34 *nio* = + 0.3 (adulte à RP9) varie de 0 à + 0.6 = 0 pour RP1 à RP3 = + 0.3 à RP4 = + 0.6 de RP5 à RP8
P4	Y = 0.81 x – 11.8 Moy. = – $\bar{X}$ = 16.2; $\bar{Y}$ = – 1.3	*L* ∞ = – 14.6; K = – 0.59 *nio* = – 0.3 (niveaux RP2, RP3, RP4, RP5) = + 0.55 (niveau RP6) = + 1.55 (niveau RP7) = + 2.55 (niveau RP8)
P5	Y = 0.50 X – 7.2 Moy. = – $\bar{X}$ = 18.5; $\bar{Y}$ = 2.0	*L* ∞ = – 14.4; K = – 0.405 *nio* = + 0.3 (pour RP1 – *nio* = 0)
P6	Y = 0.57 X – 6.8 Moy. = – $\bar{X}$ = 15.8; $\bar{Y}$ = – 2.2	*L* ∞ = – 11.9; K = – 0.45; *nio* = + 0.9 (adulte à RP8)
P7	Y = 0.30 $\bar{X}$ – 4.11 Moy. = – $\bar{X}$ = 20.7; $\bar{Y}$ = – 2.1	*L* ∞ = – 13.7; K = – 0.26 (adulte à RP9 ou RP10) *nio* = de 0 (RP1) à 1.8 (RP7 et RP8) RP3 + 0.3 RP5 + 1.3 RP7 et RP8 + 1.8

caractères couplés (surface des FA/nombre de FA sur le rameau), gènes dirigeant la synthèse des molécules-signaux sensibles à l'intensité du rayonnement solaire. D'après nos observations, ce couple de gènes présenterait deux variantes:

— l'une, qui montre un grand nombre de formes, et qui s'exprime par une loi de croissance que nous avons appelée "normale", s'imposerait dans les localités où la durée journalière moyenne d'insolation est comprise entre 6 heures et 6 heures et 30 minutes;

— l'autre, qui s'exprime par une croissance rythmique, caractérise les populations soumises à une insolation moyenne par jour comprise entre 5 heures et 5 heures 30 minutes.

Le deuxième enseignement tiré de cette étude, est que les populations d'une espèce végétale, aussi bien que d'une espèce animale, sont des entités mouvantes, en raison même de la mouvance des conditions climatiques dont elles dépendent. La physionomie d'une population donnée, saisie à un moment donné de sa trajectoire dans le temps, risque fort de présenter des différences assez grandes avec celle qui a été ou qui sera prise plusieurs années avant ou plusieurs années après.

Enfin, nous devons considérer que la séparation des populations de *Ph. urinaria* de Côte-d'Ivoire en deux groupes par l'analyse statistique est fictive, et résulte des limites de notre échantillonnage. L'ensemble des *Phyllanthus urinaria* de cette région ne comprend pas deux ou trois sous-ensembles de populations mais *n* entités correspondant à *n* sous climats locaux. L'existence même de ce polymorphisme peut donc être considéré comme une sélection progressive des meilleurs génotypes, et surtout comme un moyen de préserver la coexistence durable de caractères multiples (JACQUARD, 1977, 1981) dans le groupe des *Phyllanthus urinaria.*

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier vivement M. Nozeran, initiateur de toutes les recherches sur les *Phyllanthus,* pour l'intérêt qu'il a pris à cette étude et les conseils qu'il nous a prodigués au cours de sa réalisation.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BANCILHON, L. (1971). Contribution à l'étude taxonomique du genre Phyllanthus (Euphorbiacées). *Boissiera* 18: 9-81.

BANCILHON-ROSSIGNOL, L., M. ROSSIGNOL, R. HAICOUR & G. MONNIAUX (1978). Rôle de facteurs climatiques sur la sélection naturelle de la structure des populations de Phyllanthus urinaria en Guyane française. *Bull. Soc. Bot. France* 125: 457-477.

BANCILHON-ROSSIGNOL, L., R. HAICOUR & G. MONNIAUX (1979). Rôle des facteurs climatiques sur la sélection naturelle de la structure des populations de Phyllanthus urinaria L. en Guyane française. *Candollea* 34: 333-339.

BRUNEL, J. F. (1975). *Contribution à l'étude de quelques Phyllanthus africains et à la taxonomie du genre Phyllanthus L. (Euphorbiaceae).* Thèse 3me cycle, Univ. Louis-Pasteur, Strasbourg.

HAICOUR, R. (1973). *Propriétés antibiotiques de l'extrait aqueux de certains Phyllanthus (Euphorbiacées). Mise en évidence et premiers éléments de l'analyse.* Thèse 3me cycle, Univ. Paris-Sud, Centre d'Orsay.

JACQUARD, A. (1977). *Concepts en génétique des populations.* Masson, 118 pp.

— (1981). Science, pseudo-science et racisme. *Courrier de l'Unesco,* mai 1981.

MANGENOT, G., L. BANCILHON & S. MANGENOT (1977). Caryologie du genre Phyllanthus (Euphorbiaceae, Phyllanthoideae). *Ann. Sci. Nat. Bot., Paris, Sér. 12,* 18(1): 71-116.

— L. BANCILHON-ROSSIGNOL & S. MANGENOT (1978). Un nouveau nombre chromosomique dans le genre Phyllanthus (Euphorbiaceae). *Rev. Cytol. Biol. Vég. Bot.* 1: 105-113.

NOZERAN, R. & L. BANCILHON (1972). Les cultures in vitro en tant que technique pour l'approche de problèmes posés par l'amélioration des plantes. *Ann. Amélior. Pl.* 22(2): 167-185.

— & R. HAICOUR (1974). Mise en évidence d'une activité antibactérienne chez des Phyllanthus (Euphorbiacées). *Compt. Rend. Hebd. Séances Acad. Sci., Sér. D,* 278: 3219-3222.

— L. BANCILHON-ROSSIGNOL & R. HAICOUR (1978). Une espèce rudérale, pantropicale, en cours de diversification: Phyllanthus urinaria L. (Euphorbiaceae). *Rev. Gén. Bot.* 85: 201-210.

— G. DUCREUX & L. ROSSIGNOL-BANCILHON (1982). Réflexions sur les problèmes de rajeunissement chez les végétaux. *Bull. Soc. Bot.* (sous presse).

ROSSIGNOL, M. (1980). *Le climat. Comment le caractériser? Peut-on prévoir son évolution?* Conférence du 12 décembre 1980. Faculté des Sciences de Tunis.

SNEDECOR, G. W. & W. C. COCHRAN (1967). *Statistical Methods,* 6th ed. Iowa State University Press, 593 pp.

Adresse des auteurs: Laboratoire d'étude et exploitation du polymorphisme végétal associé au CNRS, Bâtiment 360, Université de Paris-Sud, F-91 405 Orsay Cedex.