

LES PIGMENTS ANTHOCYANIQUES, LES CHLOROPHYLLES ET LES CAROTENOÏDES DES BRACTÉES FLORALES ET DES FEUILLES DU BOUGAINVILLÉE

PAR

Jean BILLOT

(Laboratoire de Botanique)

RÉSUMÉ

Les pigments des bractées florales et des feuilles sont extraits, séparés et dosés.

Une méthode d'estimation des anthocyanes est proposée. L'influence de la nutrition minérale sur la pigmentation est abordée.

INTRODUCTION

Deux espèces de bougainvillée, introduites, sont cultivées communément à Madagascar : *Bougainvillea spectabilis*, WILLD, et *Bougainvillea glabra*, CHOISY (HUMBERT, 1954).

Les feuilles sont simples, alternes, ovales ou lancéolées, acuminées. Leur longueur maximum est de 60 à 90 millimètres pour une largeur de 40 à 50 millimètres. Les inflorescences terminales ou axillaires portent des fleurs petites, groupées par trois et involuées par trois bractées florales vivement colorées. Ces bractées sont ovales, de 40 à 50 millimètres de longueur sur 30 à 40 millimètres de largeur maximum (figure 1).

PRICE et ROBINSON (1937) ont étudié le pigment contenu dans les vacuoles des cellules bractéales d'une variété pourpre. Il s'agit d'un anthocyanoside azoté obtenu sous forme de chlorure de bougainvilléidine. Il se rapprocherait de la bétanidine, pigment de la betterave rouge, mais sa structure est imparfaitement connue (BLANK, 1958).

Ce groupe des pigments anthocyaniques azotés est tout à fait à part parmi les anthocyanes et son étude est très incomplète (voir SANNIE et SAUVAIN, 1952 ; GEISSMAN, 1962).

A notre connaissance, aucune étude du point de vue physiologique n'a été entreprise sur les conditions de genèse des anthocyanes du *Bougainvillea*. Au contraire, les pigments anthocyaniques non azotés, bien connus chimiquement, ont donné lieu à de très nombreux travaux. Les rôles respectifs des différents facteurs intervenant dans la pigmentogénèse, lumière, température, photosynthèse et apport de glucides, composition du milieu nutritif minéral, ont été précisés. BLANK (1958) a publié une mise au point complète sur cette question (voir aussi PAECH, 1955).

Plus particulièrement, la question de l'action des éléments nutritifs minéraux n'est pas encore parfaitement résolue. On admet en général qu'il existe une relation entre la nature et la quantité de composés azotés du milieu et la formation des anthocyanes. Par exemple, HELLER (1948), en remplaçant dans le milieu nutritif les nitrates de potassium et de calcium par les chlorures correspondants, observe l'apparition et le développement d'anthocyanes dans les tissus de vigne-vierge cultivés *in vitro*. Au contraire, CLAIRE (1961) constate que les nitrates en excès (NO_3K et $(\text{NO}_3)_2\text{Ca}$) favorisent la formation des pigments anthocyaniques dans les feuilles de *Zebrina pendula*, tandis qu'un léger excès de phosphate monopotassique ralentit la pigmentogénèse. L'action des nitrates en excès, dans ce dernier cas, serait due à un déséquilibre du milieu nutritif. La formation des anthocyanes est, semble-t-il, favorisée par toute perturbation dans le métabolisme de la plante, en particulier la carence en certains éléments nutritifs, Ca, P, K, ce qui indique une plasticité du métabolisme anthocyanique en fonction du milieu, alors que le métabolisme des pigments chlorophylliens semble plus stable (SANNIE et SAUVAIN, 1952, CLAIRE, 1961).

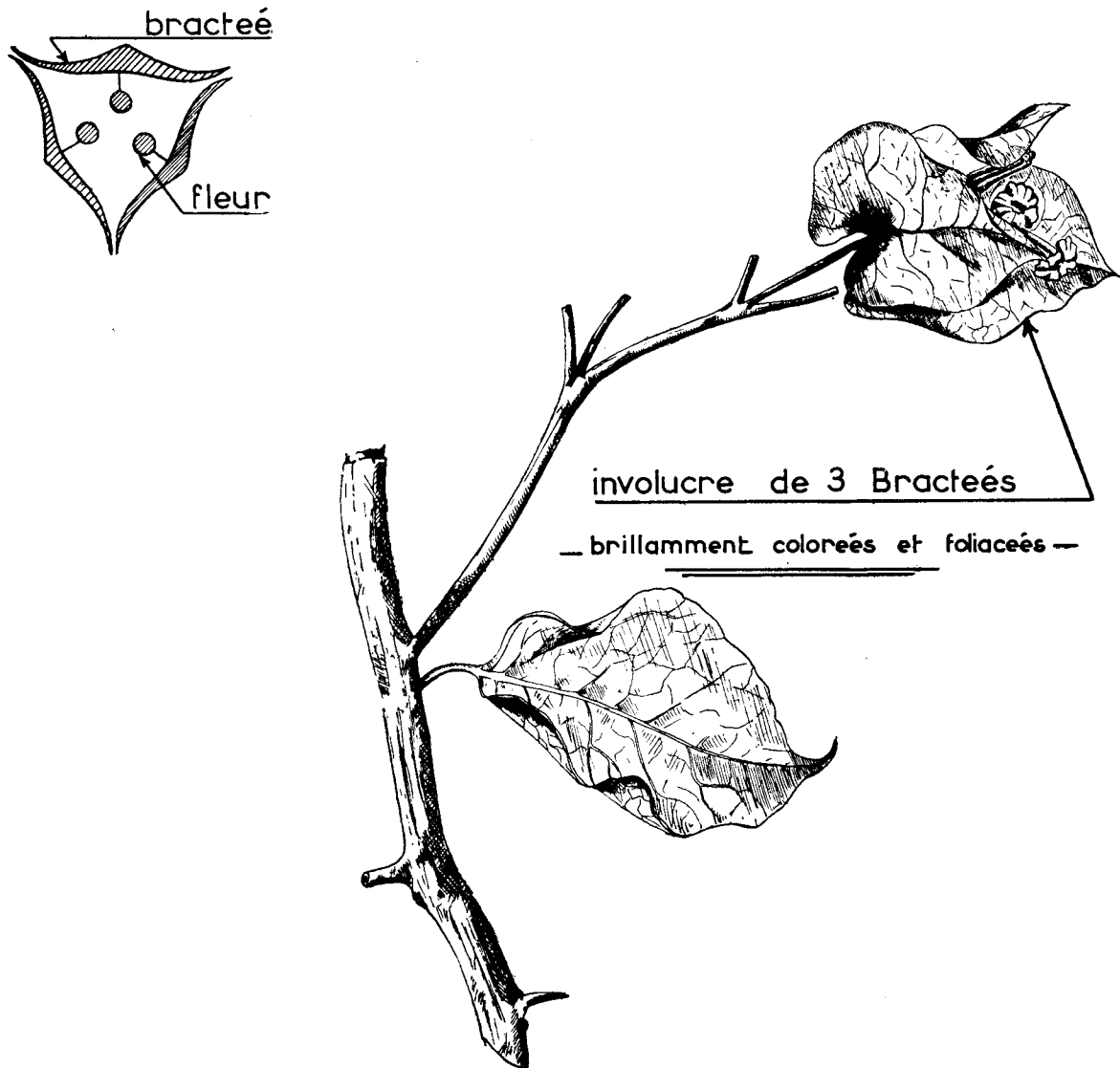


Figure 1 — *Bougainvillea* sp. rameau avec feuilles et bractées florales (Grandeur nature)

Nous avons abordé le problème de l'influence de la nutrition minérale sur la genèse des pigments anthocyaniques du *Bougainvillea* en parallélisme avec l'influence de ces mêmes facteurs sur la genèse des pigments foliaires.

PREMIÈRE PARTIE

Les pigments des feuilles et des bractées

I. LES PIGMENTS DES FEUILLES

Les méthodes utilisées pour l'extraction, la séparation et les dosages des chlorophylles et des

caroténoïdes ont été exposées dans une publication antérieure (BILLOT, 1962). Tous les dosages ont été effectués au moyen d'un spectrophotomètre JOBIN et YVON, MAROC II (*).

L'analyse a porté sur des feuilles adultes prélevées en mai-juin au jardin botanique de Tsimbazaza (Tananarive). Les feuilles ont une longueur moyenne de 70 millimètres et une largeur maximum de 45 millimètres. La masse de substance fraîche d'une feuille est en moyenne de 440 milligrammes. La teneur en eau, exprimée par rapport à la masse de substance sèche, est de 400 p. 100 en moyenne.

(*) Laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences.

Les teneurs en pigments, exprimées en milligramme par gramme de substance sèche, et les quantités en milligramme par feuille, sont résumées dans le tableau I.

TABLEAU I

Pigments des feuilles de Bougainvillea

	Chlorophylles totales (a+b)	Chlorophylle a	Chlorophylle b	Caroténoïdes totaux	β -carotène	Xanthophylles
Teneur en mg/g de Substance sèche ...	6,61	5,03	1,58	1,57	0,89	0,68
Quantité en mg/ Feuille	1,10	0,84	0,26	0,26	0,15	0,11
Rapport : chlorophylle a = 3,2 chlorophylle b	Rapport : caroténoïdes totaux chlorophylles (a+b) = 0,24					

La chlorophylle a est 3,2 fois plus abondante que la chlorophylle b. Les caroténoïdes ne représentent que 25 p. 100 de la masse des chlorophylles.

La figure 2 donne le spectre d'absorption de l'extrait des pigments liposolubles totaux après transfert dans l'éther éthylique. Les maximums d'absorption observés sont en parfait accord avec ceux indiqués par différents auteurs pour les chlorophylles a et b dans l'éther : λ max. de la chlorophylle a : 430, 662 et 578, 615 μ .

λ max. de la chlorophylle b : 445 et 644 μ (d'après SMITH et BENITEZ, 1955 ; FRENCH, 1960). Le ressaut à 470 μ correspond aux caroténoïdes.

Les caroténoïdes sont séparés des chlorophylles. Leur spectre d'absorption (figure 3, courbe I) montre trois maximums caractéristiques : 420 - 444 - 471 μ .

L'analyse des différents caroténoïdes foliaires est faite par chromatographie sur colonne de cellulose (selon COSTES, 1958). Il y a deux caroténoïdes qui prédominent, β - carotène et lutéine, accompagnés d'époxydes et d'autres xanthophylles en très petites quantités.

Les quantités de pigments présents dans les feuilles prélevées en mai-juin, saison sèche et fraîche, diffèrent de celles observées sur des feuilles prélevées de décembre à février, saison humide et chaude (BILLOT, 1962). Ces variations, portant sur plusieurs

analyses, sont vraisemblablement en relation avec les changements climatiques et écologiques (SIRONVAL, 1963).

II. LES PIGMENTS DES BRACTÉES FLORALES

Les résultats exposés ci-dessous ont fait l'objet d'une note préliminaire (BILLOT, 1964). En outre, les pigments des bractées ont été séparés et purifiés par chromatographie sur colonne. Leur étude a été faite partiellement, et les résultats obtenus seront publiés ultérieurement.

1° Extraction des pigments (figure 4) :

a. Les pigments des bractées sont extraits par l'acétone 80 p. 100 (acétone 4 vol., eau 1 vol.), Les anthocyanes sont solubles dans l'acétone contenant 20 p. 100 d'eau et cette méthode permet une extraction totale à la fois des anthocyanes et des pigments liposolubles (BILLOT, 1964₂). Chaque extraction est faite à partir de six bractées, ce qui correspond à une masse de substance fraîche de 0,4 à 0,8 gramme. Les fleurs accolées aux bractées sont enlevées. Les bractées sont broyées en présence de sable dans un mortier entouré de glace. Plusieurs broyages successifs sont nécessaires pour obtenir un résidu solide parfaitement incolore. Les volumes d'acétone à 80 p. 100 utilisés pour chaque broyage sont de 10 à 20 ml. Après centrifugation, l'extrait total, limpide, a un volume voisin de 100 ml.

Toutes les précautions sont prises pour éviter l'altération des pigments lors de l'extraction.

b. A partir de 1964, on a utilisé une méthode plus rapide. Une seule extraction est faite au broyeur « Turmix » refroidi. La durée du broyage est de 2 à 3 minutes, en présence de sable et d'environ 100 ml d'acétone 80 p. 100. Après centrifugation, on obtient un surnageant limpide très coloré (courbe A, figure 4). Les résidus solides sont repris par l'acétone 80 p. 100 et broyés au mortier. Après trois broyages suivis d'une centrifugation, le surnageant obtenu est très peu coloré (courbe B, figure 4) et les résidus sont incolores. La figure 4 correspond à une telle extraction réalisée sur des bractées violettes. Les deux courbes A et B ont le même maximum à 545 μ , correspondant aux anthocyanes. L'absorption à 545 μ pour A représente 85 à 90 p. 100 de l'absorption totale des anthocyanes (A + B). Ramenée à une bractée et à 100 ml d'extrait, l'absorption totale à 545 μ est de 0,098, valeur identique à celle obtenue par l'extraction au mortier (tableau II, type V₁).

2° Différents types de bractées (Figures 4 et 5, tableau II).

a. Les bractées.

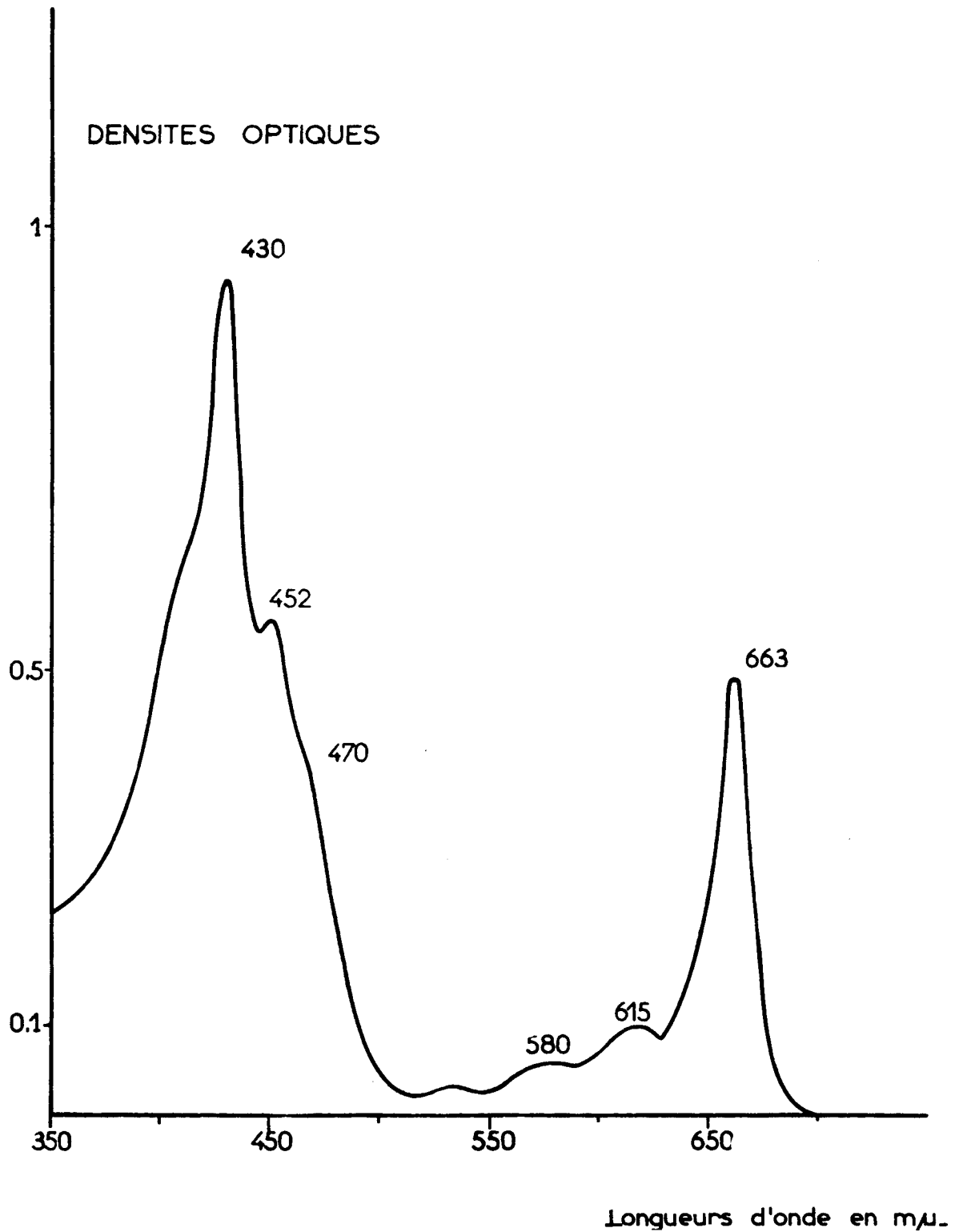


Figure 2 — Spectre d'absorption de l'extrait total des feuilles de *Bougainvillea* — solvant : éther éthylique

Six variétés de colorations différentes ont été analysées. Toutes proviennent du jardin botanique de Tsimbazaza, à Tananarive.

Chaque type de bractée est désigné par un symbole, avec la référence au Code universel des couleurs (SEGUY, 1936). Le tableau II résume les caractéristiques de ces divers types de bractées (d'après BILLOT, 1964₁).

Les bractées analysées ont atteint leur taille maximum. Les teneurs en eau, exprimées en p. 100 de la masse de substance sèche, varient de 395 à 500 p. 100.

b. Spectres d'absorption.

La coloration des extraits acétoniques obtenus est voisine, sinon identique, à la coloration naturelle des bractées. De plus, cette coloration est stable après l'extraction. Après une conservation à -20°C ou au frigidaire pendant plusieurs jours, il n'y a aucune modification du spectre d'absorption.

Le spectre d'absorption dans l'acétone 80 p. 100 est caractéristique pour chaque type de bractée. Les maximums d'absorption dans le visible sont indiqués dans le tableau II. Il y a toujours un maximum entre 530 et 550 $m\mu$. Ce maximum est unique pour

TABLEAU II
Bractées de Bougainvillée - Anthocyanes

Type de Bractée	Référence au code des couleurs	λ max. en $m\mu$ (extraits totaux acétone 80 p. 100)	Masse de substance fraîche d'une bractée en mg	Dimensions des bractées en mm. (longueur et largeur maxima)	Quantité d'anthocyanes exprimée en D.O. au λ max. pour 1 bractée et pour 100 ml d'extrait
Violet pâle = V_1	N° 1	544	109	50 × 35 — 38	0,099
Violet intense = V_2	N° 1	546	103	55 × 35 — 38	0,185
Rose = Ro.	Nos 716-717	535	85	45 — 50 × 35	0,140
Rouge = R.	N° 47	485 — 530	68	35 — 40 × 35	0,133
Saumon = O.	N° 153	432 — 530	110	50 × 35 — 38	0,073
Blanche = B.	—	— (*)	49	30 × 18	—

(*) L'absorption décroît régulièrement de 400 à 600 $m\mu$

les types violet et rose. Les bractées rouges ont un second maximum à 485 $m\mu$. Le spectre des bractées oranges ou saumon est particulier. (Pour les spectres des divers types de bractées, voir BILLOT, 1964₁). Seul, a été représenté ici le spectre d'absorption correspondant à la variété violette V_1 (Figure 4). Dans tous les cas, on note une forte absorption dans l'ultra-violet (Maximum 320-330 $m\mu$).

Les bractées renferment de très faibles quantités de chlorophylles et de caroténoïdes, marquées par les pics à 430-432 et à 665 $m\mu$ (Figure 4).

Les pigments liposolubles (chlorophylles + caroténoïdes) sont séparés par transfert dans l'éther éthylique, les anthocyanes restant dans la phase acétone + eau. La séparation est totale, ainsi que le montre la figure 5. Il n'y a plus aucune trace de chlorophylles.

3° Dosage des pigments (Tableaux II et III).

a. Evaluation des anthocyanes.

Pour chaque type de bractées, les quantités d'anthocyanes sont exprimées par la densité optique (D.O.) au maximum d'absorption 530-550 $m\mu$, ramenée à une bractée et à 100 ml d'extrait (Tableau II). Les résultats antérieurs montrent que la méthode est valable pour suivre les variations des quantités d'anthocyanes dans un type donné de bractées, car elle donne des résultats reproductibles, avec une erreur de 5 à 8 p. 100 (BILLOT, 1964₁).

Seuls sont constants les résultats obtenus avec les extraits totaux dans l'acétone 80 p. 100. Ces extraits renfermant outre les pigments anthocyaniques des traces de chlorophylles, la densité optique mesurée à la longueur d'onde 530-550 $m\mu$ (λ maximum) représente la somme des absorptions des anthocyanes et des chlorophylles.

La méthode générale de dosage des chlorophylles en présence d'anthocyanes mise au point (BILLOT, 1964₂) permet de savoir si l'on doit tenir compte de l'absorption des chlorophylles, ou si l'on peut la négliger.

L'exemple choisi est celui des bractées rose (Ro). A partir des densités optiques mesurées aux trois longueurs d'onde 550, 645 et 663 $m\mu$ sur l'extrait total, la méthode permet de calculer, à ces trois longueurs d'onde, la répartition de l'absorption entre les anthocyanes et les chlorophylles. Les résultats sont exprimés dans le tableau ci-dessous (tableau III).

TABLEAU III

Bractée de Bougainvillée — Type Ro

Absorption totale et répartition de l'absorption entre les chlorophylles et les anthocyanes

λ ($m\mu$)	550	645	663
Absorption totale (mesures)	0,736	0,048	0,056
Absorption des chlorophylles	0,002	0,008	0,020
Absorption des anthocyanes	0,734	0,040	0,036

(D'après BILLOT, 1964₂).

Au maximum d'absorption des anthocyanes (550 $m\mu$), l'absorption des chlorophylles est très faible, ne représentant que 0,3 p. 100 de l'absorption des anthocyanes. Il n'y a donc pas lieu de tenir compte de l'absorption des chlorophylles pour exprimer l'absorption des anthocyanes à 550 $m\mu$, l'erreur ainsi commise étant nettement inférieure à la précision du dosage.

b. Chlorophylles et caroténoïdes.

A partir des absorptions des chlorophylles à 645 et à 663 $m\mu$, calculées par la méthode indiquée (tableau III), l'application des formules d'ARNON (1949) donne les quantités de chlorophylles *a* et *b*. Les valeurs des absorptions des chlorophylles à 645 et 663 $m\mu$ étant très faibles, la précision des résultats est mauvaise.

Les bractées ne renferment que de très faibles quantités de chlorophylles, 5 à 10 μg par bractée, soit environ 200 fois moins qu'une feuille (voir tableau I). La teneur en chlorophylles exprimée en mg par gramme de substance sèche est environ 17 fois moindre que celle des feuilles.

Les caroténoïdes sont extrêmement peu abondants: 1 à 2 μg par bractée. Néanmoins, après concentration, leur spectre d'absorption a été réalisé (courbe II, figure 3). Il est semblable à celui des caroténoïdes foliaires, avec les mêmes maxima (420-442-470 $m\mu$).

Les pigments liposolubles des bractées sont dans les mêmes proportions que ceux des feuilles : rapport chl. *a*/chl. *b* = 3,06, rapport caroténoïdes/chlorophylles = 0,27 (comparer avec les valeurs du tableau I).

DEUXIÈME PARTIE

INFLUENCE DE LA NUTRITION MINÉRALE

Après l'analyse des pigments des feuilles et des bractées, nous avons recherché sur un type de bractée (Ro) l'influence de la nutrition minérale sur la pigmentation.

I. TECHNIQUES

1° Les rameaux de la variété Ro sont coupés avec feuilles et bractées à l'état jeune, encore peu développées. Ils sont mis à tremper sur différentes solutions nutritives. Les expériences ont duré de dix à douze jours et les pigments des feuilles et des bractées ont été analysés au départ, au 5^e et au 10^e jours. Le développement des organes est suivi par la mesure des masses de substance fraîche et de substance sèche. La température de l'expérience est voisine de 20° C, et l'éclairement étant celui de la lumière solaire normale.

2° Milieux nutritifs.

Trois types de milieux nutritifs, *nitrique*, *ammoniacal* et *sans azote*, préparés d'après HOMES et coll. (1953) sont utilisés. Les concentrations molaires des sels sont données ci-dessous :

Sels	Solution Nitrique	Solution Ammoniacale	Solution Sans azote
Ca (NO ₃) ₂ , 4H ₂ O	0,005	—	—
KNO ₃	0,005	—	—
KH ₂ PO ₄	0,001	0,001	0,001
Mg SO ₄ , 7H ₂ O	0,001	0,0005	0,001
(NH ₄) ₂ SO ₄	—	0,002	—
NH ₄ H ₂ , PO ₄	—	0,0055	—
K ₂ H PO ₄	—	0,0025	—
CaCl ₂ , 6H ₂ O	—	0,00125	—
K ₂ SO ₄	—	—	0,005
Ca SO ₄	—	—	0,005

Le Fer est apporté par SO₄Fe, 7H₂O à 5 mg/l., dissous dans une solution d'acide tartrique à 0,4 p. 100. Les oligo-éléments utilisés sont ceux de la solution A₅ d'ARNON (1938). Le pH des solutions est ajusté à 5-6.

3° Les Pigments sont analysés suivant les techniques décrites dans la première partie.

II. RÉSULTATS.

1° — Feuilles (Tableaux IV et V).

Au début de l'expérience, les feuilles considérées ont une longueur de 30 à 40 millimètres et une masse de substance fraîche de 200 milligrammes. La croissance la meilleure est obtenue sur le milieu nitrique. Elle est plus faible sur le milieu ammoniacal. Sur le milieu sans azote les feuilles se développent peu.

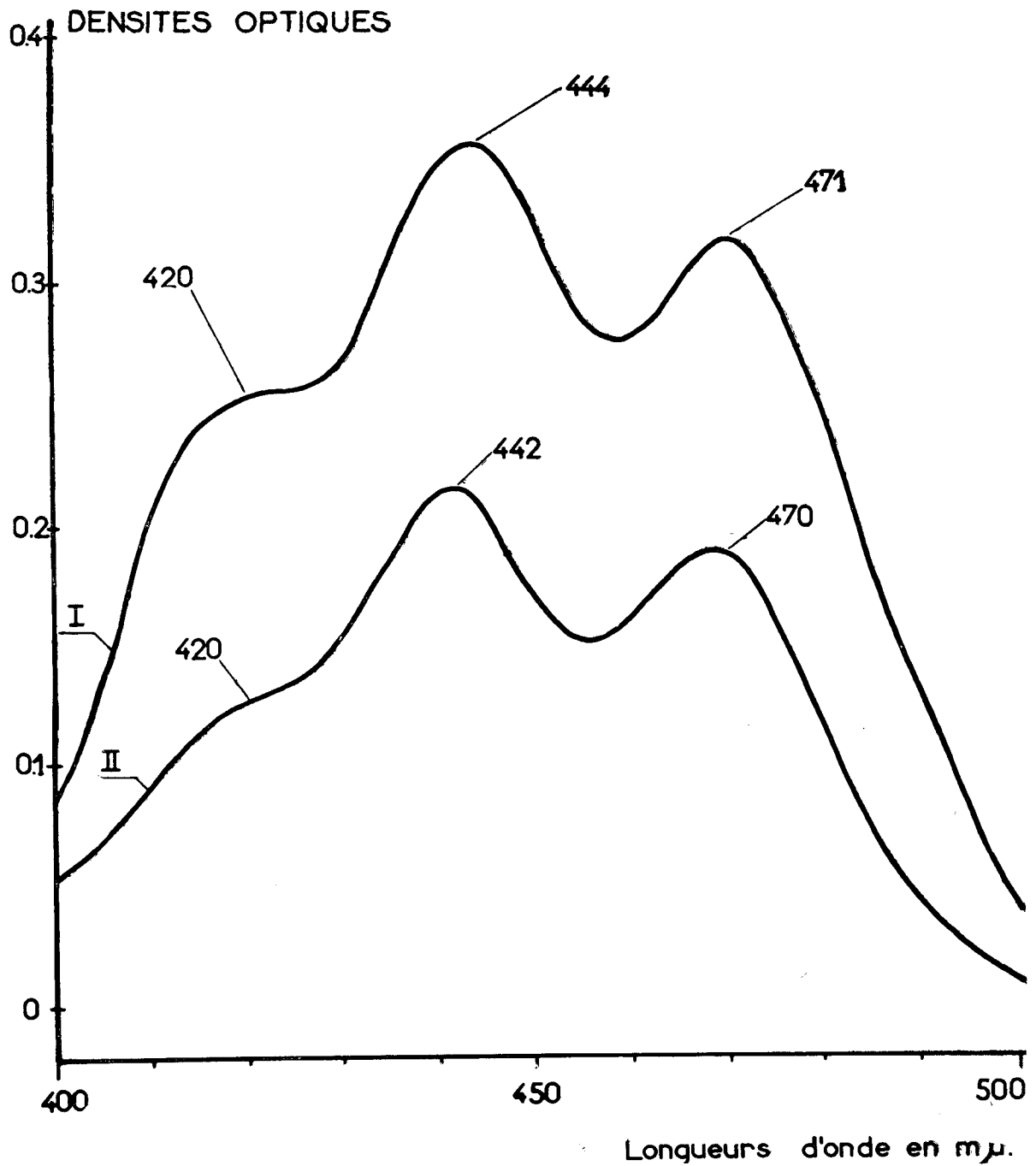


Figure 3 — Spectres d'absorption des caroténoïdes totaux dans l'éther éthylique :

Courbe I : Feuilles ;

Courbe II : Bractées ;

(Après saponification des chlorophylles et pour II séparation des anthocyanes et concentration de la fraction caroténoïde).

Les teneurs en eau augmentent au cours de l'expérience, sur les trois milieux (de 400 p. 100 à 566 p. 100 du P.S.). Au bout de 10 jours, l'augmentation de la masse de substance sèche, par rapport à celle sur le milieu nitrique, n'est que de 60 p. 100 pour le milieu NH_4^+ et de seulement 30 p. 100 pour le milieu sans azote.

TABLEAU IV

Variation des masses de substance fraîche et de substance sèche d'une feuille suivant les conditions de nutrition

	Lots	Nombre de jours d'expérience		
		0	5	10
Masse de substance fraîche en mg.	NO_3^-	200	290	400
	NH_4^+	190	265	330
	Sans N	195	270	300
Masse de substance sèche en mg.	NO_3^-	40	43,5	60
	NH_4^+	38	39,8	49,5
	Sans N	39	40,5	45

TABLEAU V

Variation des quantités de pigments des feuilles en fonction des conditions de nutrition

(Toutes les quantités sont exprimées en mg pour une feuille).

Lots	Pigments	Nombre de jours d'expérience		
		0	5	10
NO_3^-	Chlorophylles totales	0,70	1	1,20
	Chlorophylle a	0,50	0,72	0,85
	Chlorophylle b	0,20	0,28	0,35
	Caroténoïdes totaux	0,18	0,22	0,28
NH_4^+	Chlorophylles totales	0,69	0,83	0,90
	Chlorophylle a	0,49	0,60	0,65
	Chlorophylle b	0,20	0,23	0,25
	Caroténoïdes totaux	0,18	0,22	0,26
Sans N	Chlorophylles totales	0,66	0,71	0,75
	Chlorophylle a	0,47	0,52	0,56
	Chlorophylle b	0,18	0,185	0,19
	Caroténoïdes totaux	0,18	0,20	0,26

Les quantités de pigments, rapportées à une feuille (Tableau v), montrent le rôle favorable de l'azote et plus spécialement de l'azote nitrique sur l'accumulation des chlorophylles. Ce résultat est en accord avec ceux de différents auteurs (BLONDON-RAGAGE et coll., 1963). Le rapport $\text{chl}a/\text{chl}b$, voisin de 2,6 dans les feuilles au début de l'expérience, diminue pour le lot NO_3^- (2,4), reste constant pour le lot NH_4^+ , mais augmente pour le lot sans azote (2,9).

On sait que la chlorophylle *b* dérive de la chlorophylle *a*. Le milieu nitrique favorise donc l'accumulation de la chlorophylle *b* (cf. RUBIN et coll., 1958).

Les quantités de caroténoïdes ne présentent presque pas de variations dans les trois lots. L'influence de l'apport d'azote sur leur synthèse ne se fait pratiquement pas sentir.

2° — Bractées (Tableau vi).

Les résultats obtenus pour les bractées du type Ro indiquent que l'influence de l'apport azoté se marque par :

a. — Une croissance plus rapide sur les milieux nitrique et ammoniacal que sur le milieu sans azote. La masse de substance sèche augmente de 30 p. 100

TABLEAU VI

Etude des bractées du type Ro en fonction des conditions de nutrition

	Lots	Nombre de jours d'expérience		
		0	5	10
Masse de substance fraîche en mg.	NO_3^-	60	74	97
	NH_4^+	59	70	80
	Sans N	61	67	75
Masse de substance sèche en mg.	NO_3^-	15	17	20
	NH_4^+	14	17	19
	Sans N	14,5	15,5	16,7
Quantités d'Anthocyanes exprimées en D.O. à 535 m μ pour 1 bractée et pour 100 ml d'extrait.	NO_3^-	0,096	0,120	0,160
	NH_4^+	0,090	0,115	0,143
	Sans N	0,098	0,108	0,117

environ en 10 jours pour NO_3^- et NH_4^+ alors qu'elle n'augmente que de 15 p. 100 pour le milieu sans N. Les bractées sont légèrement mieux développées sur le milieu NO_3^- que sur le milieu NH_4^+ ,

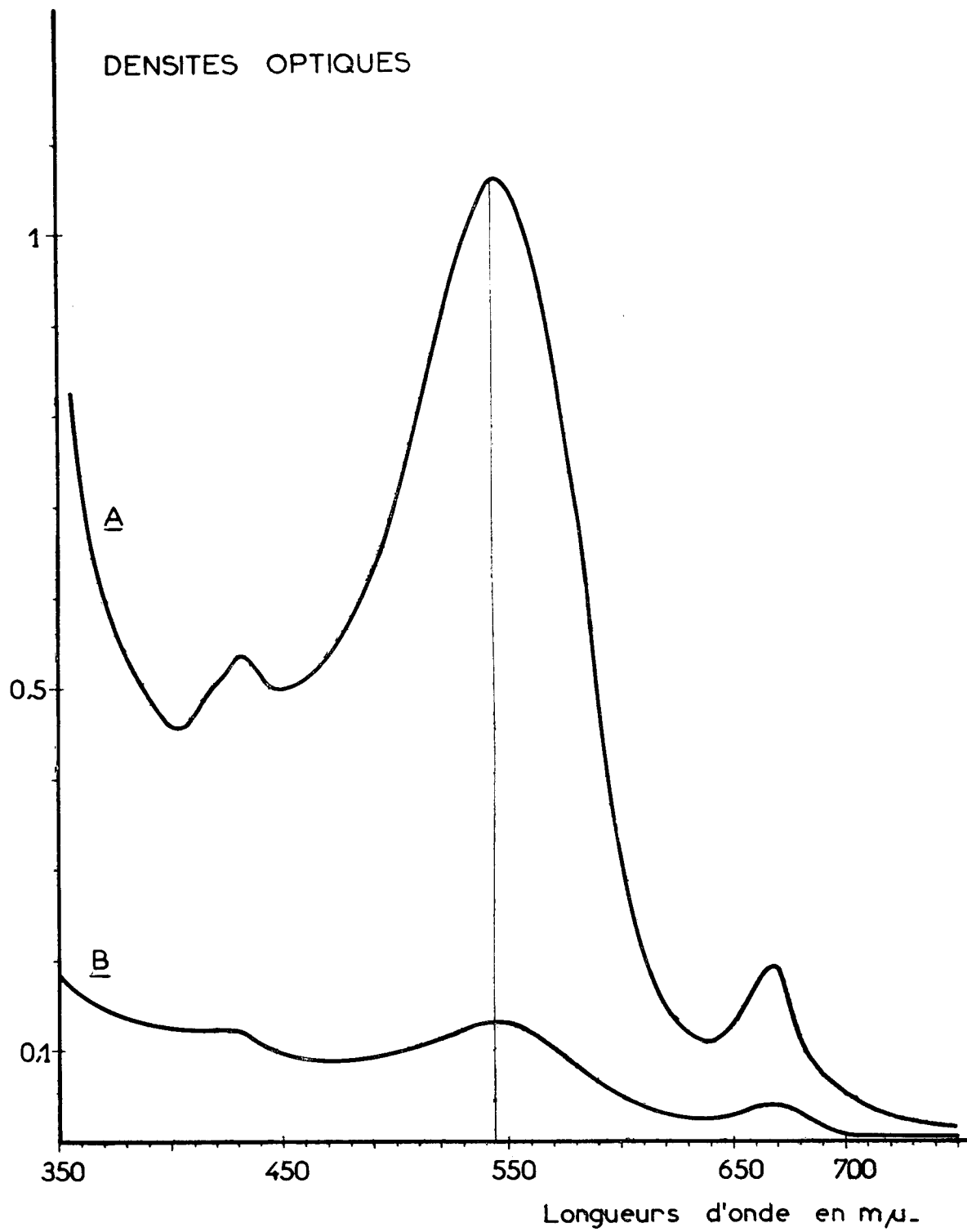


Figure 4 — Spectres d'absorption des bractées de *Bougainvillea* (type V₁).

A. — Extrait total acétone 80 p. 100 après 1 broyage au Turmix.

B. — Extrait acétone 80 p. 100 obtenu en complétant l'extraction par trois broyages au mortier.

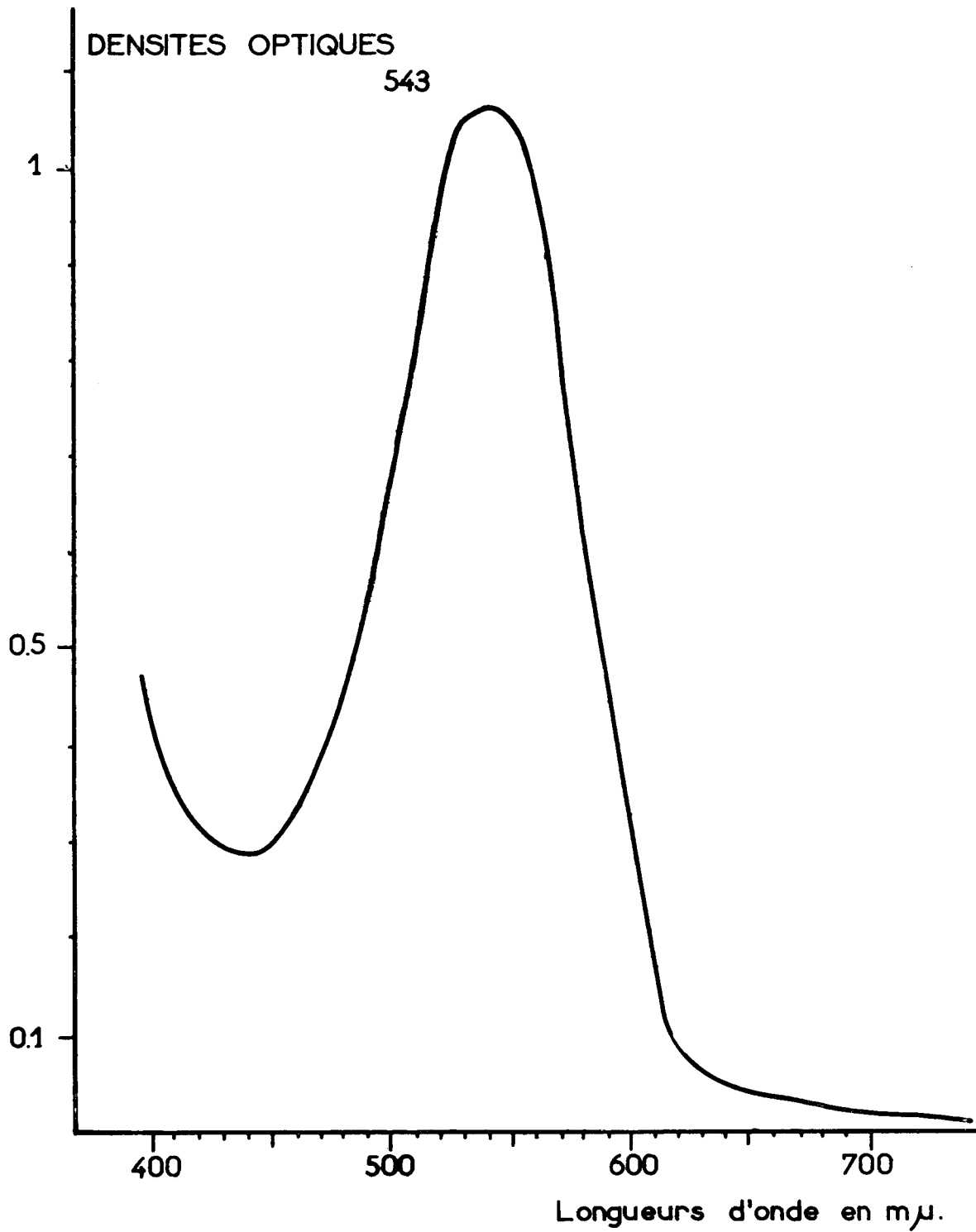


Figure 5 — Bractées de type V₃ (violet intense) : spectre d'absorption de la fraction anthocyanique après séparation des pigments liposolubles par l'éther.

ayant une masse de substance fraîche supérieure et une plus grande teneur en eau.

b. — Une action favorable des composés azotés, et spécialement des nitrates, sur la formation des pigments anthocyaniques. Sur le milieu sans N, la synthèse des anthocyanes est nettement ralentie. La coloration des bractées au cours de l'expérience sur les trois lots ne se modifie pas, sinon en intensité (maximum d'absorption toujours à 535 m μ). GARRIGUES (1953) et CLAIRE (1961), cultivant le *Zebrina pendula* sur des milieux nutritifs définis, enrichis en nitrate (K et Ca), observent également cette stimulation de la synthèse des anthocyanes. Les résultats d'HELLER (1948) sont opposés. Dans l'expérience présente, la solution nitrique n'étant pas déséquilibrée comme dans le cas de CLAIRE (1961), on ne peut conclure à un trouble du métabolisme favorisant la formation des anthocyanes. Au contraire, la bougainvilléidine étant un pigment azoté, contenant un atome d'azote au moins par molécule, l'apport d'azote influencerait plus ou moins directement sur la synthèse de ce pigment.

c. — Les chlorophylles et les caroténoïdes restent en très faibles quantités dans les bractées des trois lots. Sur aucun milieu ne s'observe une augmentation caractéristique des quantités de pigments liposolubles.

CONCLUSION

En conclusion, la méthode proposée pour l'extraction et le dosage des pigments chlorophylliens et anthocyaniques, nous permet :

1° — De doser les très faibles quantités de chlorophylles et de caroténoïdes présents dans les bractées florales du *Bougainvillea*, et de comparer les teneurs des bractées à celles des feuilles. Ces pigments sont dans les mêmes proportions dans les bractées et dans les feuilles, mais le rapport des teneurs Feuilles/Bractées est de l'ordre de 17.

2° — D'évaluer les anthocyanes pour chaque type de bractée. Les pigments anthocyaniques des bractées du *Bougainvillea* sont stables en milieu acétonique. A chaque type de bractée correspond un spectre d'absorption caractéristique, dans le visible. La méthode indique que l'on peut négliger l'absorption des chlorophylles pour exprimer la teneur en anthocyanes par la valeur de l'absorption au maximum 530-550 m μ , dans l'extrait total acétone 80 p. 100.

3° — D'aborder le problème de l'action des facteurs externes, notamment des éléments nutritifs minéraux sur la synthèse de ces deux groupes de pigments. Les résultats montrent le rôle favorable

de l'apport d'azote, spécialement sous la forme nitrique, d'une part sur la synthèse des pigments anthocyaniques dans les bractées, et d'autre part sur l'accumulation des chlorophylles dans les feuilles.

Il ne s'agit ici que d'une étude préliminaire qui devra être complétée par une analyse précise de l'influence des facteurs externes sur la pigmentation, ainsi que par l'étude du déterminisme de la coloration des différentes variétés des bractées florales.

Manuscrit reçu le 25 mai 1966.

BIBLIOGRAPHIE

- ARNON D. I., 1938 — *Amer. Journ. Bot.*, **25**, 322-325.
- ARNON D. I., 1949 — *Plant. Physiol.*, **24**, 1-15.
- BILLOT J., 1962 — *C.R. Acad. Sc., Paris*, **255**, 1360-1362.
- BILLOT J., 1964₁ — *C.R. Acad. Sc., Paris*, **258**, 2153-2156.
- BILLOT J., 1964, — *Physiol. Vég.*, **2** (2), 195-028.
- BLANK F., 1958 — *Handbuch der Pflanzenphysiologie*, **10**, 300-343.
- BLONDON-RAGAGE F., LEBAS M., MENEZ L., MOYSE A., 1963 — *Bull. Soc. Franç. de Physiologie Végétale*, **9**, 194-205.
- CLAIRE A., 1961 — *Rev. gén. Bot.*, **68**, 771-788.
- COSTES CL., 1958 — *Ann. Agron. Physiol. Vég.*, suppl. 1, série A, 35-48.
- FRENCH C.S., 1960 — *Handbuch der Pflanzenphysiologie*, 5/1, 252-297.
- GARRIGUES R., 1953 — *Rev. gén. Bot.*, **60**, 239-250.
- GEISSMAN T.A., 1962 — *The Chemistry of Flavonoid compounds*, Pergamon Press.
- HELLER R., 1948 — *C.R. Soc. Biol.*, **1942**, 768-769.
- HOMES M.V., ANSIAUX J.R. et VAN SCHOOR G., 1953 — *Aquiculture*, Leconte Ed. Bruxelles, 44-50.
- HUMBERT, 1954 — *Flore de Madagascar et des Comores*, 68^e famille, Paris.
- PAECH K., 1955 — *Ann. Rev. Plant Physiol.*, **6**, 273-298.
- PRICE S.R. et ROBINSON R., 1937 — *J. Chem. Soc. (London)*, 449-453.
- RUBIN B.A. et VAKLINOVA S.G., 1958 — *C.R. (Doklady) Acad. Sc. URSS*, **119**, 129-132.
- SANNIE CH. et SAUVAIN H., 1952 — *Mémoires du Muséum d'Histoire Naturelle*, Nouvelle sér., sér. B. II, Paris.
- SEGUY E., 1936 — *Code universel des couleurs*. Encyclopédie pratique du Naturaliste. Lechevalier Ed.
- SIRONVAL C. et MICHEL-WOLWERTZ M.R., 1963 — *Colloq. Intern. Centre Natl. Rech. Sc.*, Paris, n^o **119**, 317-341.
- SMITH J.H.C. et BENITEZ A., 1955 — in PAECH et TRACEY, *Modern Methods of Plant Analysis*, **4**, 142-196.