

MARQUEURS BIOCHIMIQUES DE LA DIVERSITÉ DES CAFÉIERS

J.-J. R. RAKOTOMALALA ¹, E. CROS ², A. CHARRIER ³, F. ANTHONY ³, M. NOIROT ³

¹ Programme Café, Département de Recherches Agronomiques, FOFIFA, Antananarivo (101), Madagascar

² Laboratoire de Chimie-Technologie, I.R.C.C., Département des Plantes Pérennes, CIRAD Montpellier, France

³ Laboratoire de Ressources Génétiques et d'Amélioration des Plantes Tropicales, ORSTOM Montpellier, France

INTRODUCTION

Deux espèces de caféiers, *Coffea arabica* et *C. canephora*, sont cultivées dans le monde alors qu'actuellement on connaît plus d'une centaine d'espèces botaniques. Les variations morphologiques sont telles qu'il est difficile d'établir des subdivisions systématiques entièrement satisfaisantes. La dernière classification proposée par BRIDSON (1987) divise les caféiers en deux genres, *Coffea* et *Psilanthus*, lesquels sont également subdivisés en deux sous-genres. Nous nous intéresserons uniquement au sous-genre *Coffea*, le plus riche, qui rassemble les espèces agronomiquement intéressantes.

Tous les peuplements spontanés du sous-genre *Coffea* sont endémiques de la zone intertropicale africaine. Ils se répartissent en trois ensembles biogéographiques :

- 1- en Afrique centrale et occidentale, les caféiers (*C. canephora*, *C. liberica*, *C. congensis*) sont de grande taille, à long cycle de fructification, à teneur moyenne à élevée en caféine ;
- 2- en Afrique orientale, les caféiers (*C. arabica*, *C. racemosa*, *C. sessiliflora*, *C. eugenioides*, *C. pseudozanguebariae* ...) sont de taille plus petite, ont un cycle de fructification plus court et contiennent moins de caféine ;
- 3- dans la région malgache, on rencontre une multitude de taxons présentant une grande diversité visible aux niveaux de la morphologie, de la phénologie, de l'adaptation édapho-climatique et de la qualité organoleptique des graines. CHEVALIER (1938) a créé la section des *Mascarocoffea* pour séparer ces caféiers, réputés sans caféine, des caféiers africains à caféine, nommés *Eucoffea*. Les botanistes ont proposé une classification des taxons malgaches en sept séries : *Verae*, *Mauritanae*, *Humblotianae*, *Multiflorae*, *Millotii*, *Garcinioïdes* et *Subterminales*.

Les méthodes utilisées pour comprendre la structure de la diversité des caféiers ont été nombreuses et variées : la biosystématique et la taxinomie numérique (CHARRIER, 1978), les isozymes et les caractéristiques morpho-physiologiques (BERTHAUD, 1986 ; ANTHONY, 1992). Du point de vue chimiotaxinomique, les travaux touchant le sous-genre *Coffea* sont limités et concernent généralement un nombre restreint d'espèces (CHASSEVENT *et al.*, 1974 ; LOPES et MONACO, 1979 ; COLONNA, 1979 ; MAZZAFERA, 1991). CLIFFORD *et al.* (1989) puis ANTHONY *et al.* (1989) ont analysé la variabilité biochimique d'un large éventail d'échantillons, mais essentiellement d'origine africaine.

Notre travail est centré sur la diversité de la composition chimique des graines de *Mascarocoffea*, en comparaison avec celle de quelques *Eucoffea*.

1.- MATERIEL ET METHODES

1.1.- Le matériel végétal

Le matériel végétal étudié est composé de :

- 14 échantillons appartenant à 9 espèces africaines ; 5 sont originaires de l'Afrique occidentale et centrale (*C. arabica*, *C. canephora*, *C. congensis*, *C. liberica* et *C. kapakata*) et 4 de l'Afrique orientale (*C. eugenioides*, *C. racemosa*, *C. sessiliflora* et *C. pseudozanguebariae*),
- 56 échantillons de caféiers malgaches appartenant à environ 25 taxons dont 10 ne sont pas décrits dans les flores. Ces échantillons représentent chacun un peuplement et sont répartis dans toutes les séries botaniques définies par CHEVALIER (1947).

1.2.- Les composés chimiques analysés

Nous avons analysé des métabolites secondaires appartenant à trois familles de composés : les acides hydroxycinnamiques, les bases puriques et les diterpènes glycosidiques. Ces composés interviennent dans la qualité organoleptique du café-boisson et sont caractérisés par :

- leur stabilité chimique dans les graines matures car ils ne participent plus au métabolisme de la plante,
- une importante diversité structurale reposant sur la substitution de groupements fonctionnels simples (méthyl ou hydroxyl), ou par leur forme de condensation (ester ou ether) avec d'autres molécules (acide quinique, glucose, tryptophane...)
- leur absorption dans l'UV, ce qui facilite leur repérage mutuel et leur caractérisation.

1.3.- Les méthodes d'analyse chimique

Les composés contenus dans les broyats de graines matures ont été extraits suivant la méthode mise au point par FLEURIET et MACHEIX (1972) pour le dosage des acides phénols. Il s'agit d'une extraction alcoolique délipidée à l'éther de pétrole et purifiée par l'acétate d'éthyle. Cette méthode excellente pour les dérivés hydroxycinnamiques s'avère médiocre pour l'épuisement des bases puriques et des diterpènes glycosidiques. La méthode de VITZTHUM *et al.* (1974) a été adoptée pour l'extraction des bases puriques, tandis que les diterpènes glycosidiques ont été séparés sur colonne de polyamide à partir de la phase aqueuse, puis purifiés au réactif de Carrez selon la technique mise au point par CLIFFORD (1985).

Les analyses reposant essentiellement sur l'utilisation de l'HPLC (analytique et semi-préparative) ont été réalisées au Laboratoire de Chimie-Technologie de l'IRCC/CIRAD à Montpellier. L'identification des composés, appuyée par différentes techniques d'hydrolyse (alcaline, acide et enzymatique), est confirmée par la comparaison de leurs caractéristiques chromatographiques (RT) et spectrales (UV, SM) avec celles de témoins commerciaux.

2.- RESULTATS DES ANALYSES CHIMIQUES

2.1.- Les caféiers cultivés

Nous n'avons pas rencontré de difficultés majeures pour déterminer les composés extraits des graines de *C. canephora* et de *C. arabica*. Les chromatogrammes obtenus (fig. 1) montrent deux types de composés :

- des composés majeurs parfaitement identifiés qui sont les isomères de l'acide caféique (les acides caféyl 3, 4 et 5 quinique, et les acides dicaféyl 3-4, 3-5 et 4-5 quinique), l'acide férulyl 5 quinique et la caféyl tryptophane. La caféine est la seule base purique présente et aucun diterpène glycosidique n'a été détecté.

- des composés mineurs dont l'identification est généralement basée sur la comparaison de leurs caractéristiques chromatographiques et UV à celles décrites dans la littérature : les acides férulyl 3 et 4 quiniques, les isomères dicaféylférulyl quiniques et la cafélytyrosine.

Les deux espèces cultivées diffèrent principalement par la présence de l'acide *p*-coumaryl 5-quinique en quantité appréciable chez *C. arabica*.

2.2.- Les caféiers sauvages

Les caféiers sauvages présentent une diversité chimique beaucoup plus importante que celle des caféiers cultivés (fig.2).

2.2.1.- Les dérivés des acides hydroxycinnamiques

Dans l'extrait méthanolique des caféiers sauvages malgaches, nous n'avons pu caractériser avec assurance que l'acide caféyl 5-quinique. L'application des différentes techniques d'hydrolyse permet d'affirmer la présence de dérivés des molécules suivantes :

- l'acide *p*-coumarique,
- l'acide *o*-coumarique,
- l'acide 4-méthoxycinnamique,
- l'acide sinapique,
- l'acide diméthoxy 3,4-cinnamique,
- l'acide triméthoxy 3,4,5-cinnamique,
- et l'acide caféique, présent chez tous les caféiers,
- ainsi que l'acide férulique, largement distribué.

Pour les caféiers sauvages africains analysés, les dérivés hydroxycinnamiques détectés sont limités aux deux acides principaux des caféiers cultivés (acide caféique et acide férulique). l'acide *p*-coumarique présent chez *C. arabica* a été retrouvé chez *C. kapakata*, endémique d'Angola.

2.2.2.- Les bases puriques

Concernant les bases puriques, nous avons trouvé de la caféine chez deux taxons sauvages malgaches (*C. lancifolia* et *C. kianjavatensis*) avec des teneurs allant jusqu'à 0,8% MS (CLIFFORD *et al.*, 1991). Cette découverte est importante car elle remet en cause les assertions antérieures qui stipulaient que tous les *Mascarocoffea* produisent des graines dépourvues de caféine. En plus de la caféine, nous avons également mis en évidence dans les mêmes caféiers la théobromine (0,03 à 0,08% MS)[RAKOTOMALALA *et al.*, 1992] et la théacrine (1,46% MS) chez le peuplement A602 de *C. kianjavatensis*.

Parmi les caféiers sauvages africains, nous avons détecté, en plus de la caféine des traces de théobromine et de la théophylline (0,07 à 0,20% MS) chez *C. racemosa* et *C. sessiliflora*. Nous avons également confirmé l'absence de la caféine chez *C. pseudozanguebariae*.

2.2.3.- Les diterpènes glycosidiques

Les diterpènes glycosidiques ont été plus difficiles à caractériser. Dans l'état actuel de notre étude, nous pouvons dire que des composés chromophores ayant des structures isomères diversifiées existent en quantités importantes chez de nombreux caféiers sauvages malgaches ainsi que chez l'espèce africaine *C. pseudozanguebariae*. Leur spectres UV correspondent à ceux des diterpènes glycosidiques rapportés dans la littérature. Par hydrolyse acide, nous avons montré l'existence probable de sucres liés à l'aglycone. Par contre, l'hydrolyse enzymatique avec la α -glucosidase n'a été efficace que pour le composé présumé mascaroside qu'on trouve sous forme majeure chez *C. humblotiana*, *C. farafanganensis*, *C. richardii* et en plus petite quantité chez *C. viamneyi*. La même enzyme et l' β -glucosidase, appliquées dans les mêmes conditions sur le diterpène de *C. pseudozanguebariae*, sont complètement inopérantes. L'hydrolyse acide aboutit à la formation de plus de 4 pics majeurs apolaires. Ces résultats rejoignent les observations de CLIFFORD (communication personnelle) mais sont en contradiction avec celles de PREWO *et al.* (1990) qui attribuent au mozamboside la structure de l'hétéroside majeur naturel de *C. pseudozanguebariae*.

L'inventaire des composés identifiés pour l'ensemble des caféiers étudiés est résumé dans le tableau 1.

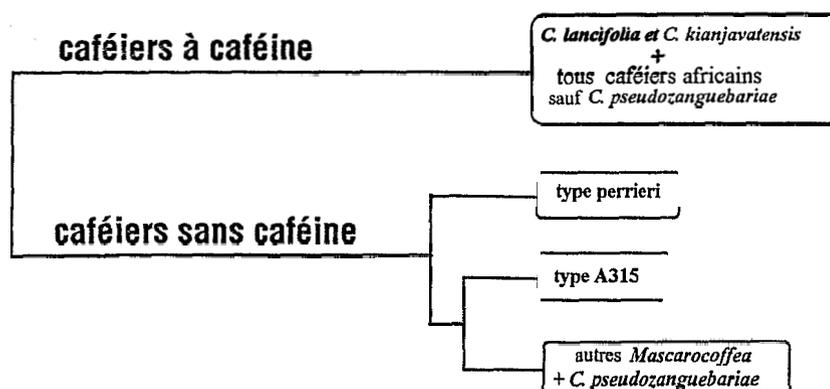
3.- ETUDE DE LA DIVERSITE BIOCHIMIQUE DES CAFEIERS

L'analyse de nos données par les méthodes statistiques classiques et les analyses multivariées permet de comprendre l'organisation de cette diversité. Notre étude intègre à la fois les différences qualitatives et les variations quantitatives des trois familles de composés biochimiques. Les descripteurs qualitatifs correspondent au codage de leur présence/absence. Les descripteurs quantitatifs sont estimés par la teneur de ces composés. L'acide chlorogénique *s.s.* et ses deux isomères monocaféyl quiniques sont les seuls composés représentés dans tous les échantillons. Les fortes variations de leur teneurs, de 0,16 à 7,5% MS (soit un rapport de 1/45), justifie amplement leur prise en compte dans l'analyse. Le caféate de méthyle (produit accumulé lors de la transestérification des dérivés caféïques par hydrolyse au TMAH) sert de base pour la comparaison quantitative des esters méthyliques des autres acides phénols.

3.1.- Analyse globale de la diversité

L'analyse globale de la diversité est résumée par la classification ascendante hiérarchique (CAH) de la figure 3. Le sous-genre *Coffea* est divisé du point de vue composition chimique en deux groupes fondamentaux : les caféiers à caféine et les caféiers sans caféine.

Figure 3 : Différenciation des peuplements de caféiers établie à partir de classification ascendante hiérarchique



- 1°) Le groupe des "caféiers à caféine" contient 2 taxons malgaches de la série *Verae*, *C. lancifolia* et *C. kianjavatensis*, et tous les caféiers africains sauf *C. pseudozanguebariae*. Ces caféiers sont caractérisés par la présence de la caféine variant de 0,3% MS chez *C. eugenioides* à plus de 2% MS chez *C. canephora*. Leurs teneurs en acides monocaféyl quiniques sont généralement élevées (1,5% à 7% MS) et ils ne contiennent pas de diterpènes glycosidiques chromophores.
- 2°) Le groupe des "caféiers sans caféine" est composé de l'espèce est-africaine *C. pseudozanguebariae* et de tous les caféiers malgaches à l'exception des deux taxons de la série *Verae* appartenant au groupe précédent. Leurs caractéristiques principales sont :
 - l'absence de caféine dans les graines ou sa présence seulement sous forme de traces (<0,05% MS),
 - la faible teneur en acides monocaféyl quiniques (rarement supérieure à 1% MS),
 - et une diversification importante de leur contenu en composés rares.

3.2.- Subdivisions liées aux composés rares

La répartition des composés rares met en évidence l'existence de subdivisions plus élaborées au sein des grands groupes botaniques définis par CHEVALIER (1947) :

Chez les *Eucoffea*,

- *C. arabica* et *C. kapakata* se distinguent des autres taxons par la présence en quantité relativement élevée de l'acide *p*-coumaryl 5-quinique,
- *C. racemosa* et *C. sessiliflora* par la présence à la fois de théobromine et de théophylline,
- et *C. canephora* par des teneurs importantes en diesters apolaires.

Chez les *Mascarocoffea*,

- Les subdivisions mises en évidence par les composés rares interviennent d'abord au sein des séries botaniques. La situation rencontrée dans les séries *Verae*, *Multiflorae* et *Complexe Millotii* illustre bien ces subdivisions :

- Dans la série *Verae*, *C. lancifolia* et *C. kianjavatensis*, qui diffèrent nettement de *C. homollei* par la présence de la caféine, se distinguent des espèces africaines du groupe des "caféiers à caféine" par la présence de la théobromine ;
- Chez les *Multiflorae*, les peuplements de *C. perrieri* (A12, A305, A421 et A724) sont caractérisés par leur contenu en dérivés di et triméthoxycinnamiques ; tandis que *C. andrambovatensis* A227 et d'autres taxons affines (*C. sp* A315, A311, A507, A525, A808) se singularisent par la présence de méliotoside (*o*-glucoside de l'acide *trans-o*-coumarique)
- Dans le *Complexe Millotii*, deux sous-groupes biochimiques ressortent des analyses :
 - 1- d'un côté les taxons macrophyllés à diterpènes glycosidiques (*C. richardii*, *C. farafanganensis*)
 - 2- de l'autre, la majorité des peuplements *millotii* (*C. millotii*, *C. ambodirianensis*, *C. dolichophylla* ...) caractérisée par des chromatogrammes pauvres en composés où le seul pic majeur est l'acide caféyl 5-quinique.

D'autres différences existent au sein des séries *Subterminales*, *Mauritanae* et *Humboldtianae*. Par contre, la série *Garcinioides* apparaît remarquablement homogène malgré un fort polymorphisme morphologique.

Par ailleurs, certaines différenciations apparaissent aussi au niveau infra-spécifique avec les exemples frappants suivants :

- chez *C. kianjavatensis*, la population A602 s'écarte nettement de l'autre population A213 par une très forte teneur en acides monocaféyl quiniques (7,54% MS) et une quantité élevée de théacrine (1,46% MS) et de théobromine (0,36% MS),
- chez *C. viamneyi*, la population A946 diffère du peuplement A20 par une plus grande quantité de diterpène glycosidique lequel se trouve en outre sous forme estérifiée.

Un autre résultat important est révélé par les analyses statistiques : il s'agit de l'existence d'un continuum de la composition chimique qu'illustrent les arborescences des CAH et plus concrètement par la variation continue de la teneur en caféine que l'on a détectée sous forme de traces chez de nombreux taxons du groupe sans caféine. Cette absence de discontinuité franche que l'on doit considérer en parallèle avec l'absence de barrière stricte à l'hybridation évoquée par CHARRIER (1978) indique que tous les taxons ne sont pas encore arrivés à accéder au statut d'espèces biologiques. Le concept de "complexes d'espèces" introduit par PERNES et LOURD (1984) s'adapte mieux à cette structuration de la diversité.

CONCLUSIONS

Le sous-genre *Coffea* est subdivisé chimiquement en deux groupes fondamentaux : "les caféiers à caféine" et "les caféiers sans caféine". Deux taxons malgaches de la série *Verae* se rattachent bien au premier groupe et une espèce Est-africaine, *C. pseudozanguebariae*, possédant un chimiotype semblable à celui de nombreux taxons malgaches, se classe clairement dans le deuxième groupe. La puissance de l'outil chimiotaxinomique s'exprime dans la mise en évidence de subdivisions au sein de chacun de ces groupes. Au niveau infra-spécifique, des composés rares caractérisent des peuplements précis et peuvent donc servir de marqueurs. Ces marqueurs sont probablement très utiles pour la constitution de "core collection" selon le concept de FRANKEL et BROWN (1984).

Une conséquence de nos travaux a trait, d'une part, à la classification botanique des caféiers. Il paraît nécessaire de la réviser. La réunion des caféiers africains dans la section *Eucoffea* et des caféiers malgaches dans la section des *Mascarocoffea* masque une hétérogénéité de la composition chimique des grains. Celle-ci ne coïncide pas avec l'origine géographique, contrairement à la définition des sections donnée par CHEVALIER (1947). D'autre part, la découverte de l'ensemble de la diversité chimique dans la région malgache et la présence en Afrique de l'Est d'espèces chimiquement affines de plusieurs espèces malgaches constituent des arguments qui s'accordent avec l'hypothèse de LEROY (1982), sur l'origine kényane des caféiers, et celle d'ANTHONY (1992), sur leur mode de dispersion entre le continent et les îles.

Un autre point important à souligner dans cette étude est le foisonnement de chimiotypes qu'on observe en parallèle avec la multitude des types morphologiques existant dans la région malgache. Cette situation est conforme à l'aspect général de la spéciation observée chez les plantes supérieures endémiques de cette région. Il s'agit d'une flore ancienne, conservée et modelée par l'existence de microclimats liés à l'insularité et aux variations importantes du relief et du sol (GUILLAUMET et MANGENOT, 1975). Dans ce cadre, la sélection naturelle s'effectue dans des peuplements à faible effectif. Il s'en suit une fixation au hasard qui détermine une homogénéisation appelée dérive génétique (WRIGHT, 1931), renforcée par les croisements entre apparentés. Cette fixation est toutefois limitée par le mode de reproduction allogame qui favorise le maintien de l'hétérozygotie de certains caractères.

Concernant l'hérédité des marqueurs chimiques, les observations effectuées sur les hybrides entre caféiers cultivés et caféiers sauvages (RAKOTOMALALA, 1992) révèlent une dominance des caféiers cultivés dans la transmission des composés majeurs (acide chlorogénique s.s., caféine). Nous avons cependant constaté qu'une ségrégation importante se produit dans les descendance des retcroisements ainsi que la restauration de leur fertilité.

Nous avons pu constater par ailleurs que presque tous les composés de la série cinnamique et la majorité des bases puriques ont été trouvés chez les caféiers. Cette plante tropicale constituerait donc un matériel privilégié pour clarifier les voies restées hypothétiques du métabolisme général de ces composés.

Résumé

Grâce à leur variabilité structurale, leur stabilité et leur répartition qualitative et quantitative dans les graines, trois familles de composés (les dérivés hydroxycinnamiques, les bases puriques et les diterpènes glycosidiques) se prêtent parfaitement à l'étude de la diversité des caféiers. Elle a porté sur 56 peuplements sauvages malgaches (*Mascarocoffea*) et 14 échantillons représentant 9 espèces africaines (*Eucoffea*). Deux compartiments biochimiques fondamentaux sont distingués dans le sous-genre *Coffea* : "les caféiers à caféine" et "les caféiers sans caféine".

- 1) Les caféiers à caféine rassemblent tous les caféiers africains (sauf *C. pseudozanguebariae*) et deux taxons malgaches de la série *Verae* (*C. lancifolia* et *C. kianjavatensis*). Leurs teneurs en acides monocaféylquiniques sont généralement élevées (1,5 à 7,5% MS). Ils ne contiennent pas de diterpènes glycosidiques.
- 2) Les caféiers sans caféine regroupent tous les caféiers sauvages de la région malgache (à l'exception des taxons de la série *Verae* ci-dessus) et l'espèce sauvage Est-africaine *C. pseudozanguebariae*. Ils se caractérisent par de faibles teneurs en acides monocaféylquiniques, et une diversification importante de leur contenu en composés rares (ac. *o*-coumarique, ac. méthoxycinnamiques, théacrine...).

Au sein de ces deux grands ensembles, la répartition des composés rares met en évidence d'autres subdivisions au niveau infragénérique et au niveau infraspécifique. Ces résultats conduisent à réviser la classification des caféiers.

Summary

The systematic study of hydroxycinnamic acid, purine and glycosidic diterpene composition was carried out on beans from mature fruits of 56 populations of wild Madagascan coffee trees (*Mascarocoffea*), 14 accessions representing 9 African coffee species (*Eucoffea*). Due to their chemical characteristics and sampling distribution, such compounds are particularly well suited for diversity study. Two basic biochemical groups were characterized in the subgenus *Coffea* : "caffeine-coffee trees" and "caffeine-free coffee trees".

- 1) Caffeine coffee trees included all African species except of *C. pseudozanguebariae*, and two Madagascan taxa (*C. lancifolia* and *C. kianjavatensis*). Their contents in monocaféylquinic acids was generally high (1.5 to 7.5% DW) and they did not contain glycosidic diterpene.

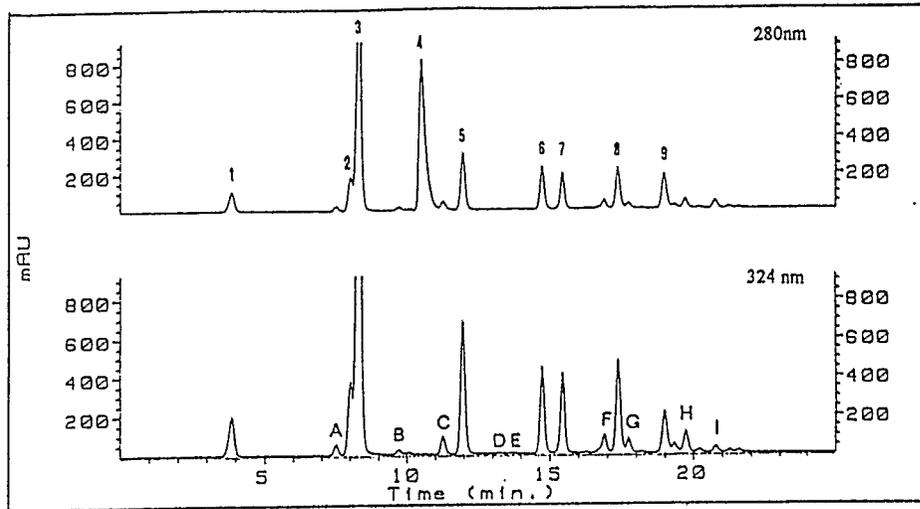
- 2) Caffeine-free coffee trees comprized all the wild Madagascar coffee species (except *C. lancifolia* and *C. kianjavatensis*) and the wild Est-African species *C. pseudozanguebariae*. They were characterized by a low content in monocafeylquinic acids and large qualitative variations reflecting a high biochemical diversity.

Distribution analysis of uncommon and accession-specific compounds allowed to constitute sub-groups at the infrageneric and infraspecific level. These results suggest a re-examination of the classification of coffee trees.

BIBLIOGRAPHIE

- ANTHONY F., 1992. Les ressources génétiques des caféiers. Collecte, gestion d'un conservatoire et évaluation de la diversité génétique. Travaux et Documents de l'ORSTOM, N°81, 320 p.
- ANTHONY F., CLIFFORD M.N., NOIROU M., 1989. La diversité biochimique dans le genre *Coffea* et *Psilanthus*. 13è Colloque de l'A.S.I.C., Paipa (Colombie), 474-484.
- BERTHAUD J., 1986. Les ressources génétiques pour l'amélioration des caféiers africains diploïdes : évaluation de la richesse génétique des populations sylvestres et de ses mécanismes organisateurs. Conséquences pour l'application. Travaux et Documents de l'ORSTOM, 188, 372 p..
- BRIDSON D., 1987. Nomenclatural notes on *Psilanthus*, including *Coffea* sect. *Paracoffea* (Rubiaceae tribe *Coffeae*). Kew Bulletin, 42, 817-859.
- CHARRIER A., 1978a. La structure génétique des caféiers spontanés de la région malgache (*Mascarocoffea*). Leurs relations avec les caféiers d'origine africaine (*Eucoffea*). Mémoires ORSTOM, 87, 223p..
- CHASSEVENT F., DALGER G., GERWIG S., VINCENT J. C., 1974. Contribution à l'étude des *Mascarocoffea* : Etude des fractions lipidique et insaponifiable. Relation éventuelle entre les teneurs en caféine et en acides chlorogéniques. Café, Cacao, Thé, XVIII, 1, 49-56.
- CHEVALIER A., 1938. Essai d'un groupement systématique des caféiers sauvages de Madagascar et des Iles Mascareignes. Rev. Bot. Appl. et Agr. Trop., 825-843.
- CHEVALIER A., 1947. Les caféiers du globe. III: Systématique des caféiers et faux caféiers. Maladies et insectes nuisibles. Encycl. Biol., P. Lechevalier, Paris, 356 p..
- CLIFFORD M. N., 1985. Chlorogenic acids. In Coffee. Volume 1 : Chemistry, R. J. Clarke and R. Macrae éd., Elsevier Applied Science (Londres), 153-202.
- CLIFFORD M. N., GIBSON C. L., RAKOTOMALALA J. J. R., CROS E., CHARRIER A. 1991, Caffeine from green beans of *Mascarocoffea*. Phytochemistry, 30, 4039-4040.
- CLIFFORD M. N., WILLIAMS T., BRIDSON D., 1989d. Chlorogenic acids and caffeine as possible taxonomic criteria in *Coffea* and *Psilanthus*. Phytochemistry, 28, 829-838.
- COLONNA J. P., 1979. L'acide chlorogénique et les depsides de divers caféiers africains et malgaches : leur participation au métabolisme et leur signification biologique. Travaux et Documents de l'ORSTOM, N°102, 210p.
- FLEURIET A., MACHEIX J. J., 1972. Séparation et dosage par chromatographie en phase gazeuse de l'acide chlorogénique et des catéchines des fruits. J. Chromatogr., 198, 373-376.
- GUILLAUMET J. L., MANGENOT G., 1975. Aspects de la spéciation dans la flore malgache. Boissiera, 24a, 119-123.
- LEROY J.F., 1982. L'origine kenyane du genre *Coffea* et la radiation des espèces de Madagascar. 10è Colloque de l'A.S.I.C., Montreux (Suisse), 411-417.
- LOPES C. R., MONACO L. C., 1979. Chemotaxonomic studies of some species of the genus *Coffea*. Journal of Plantation Crops, 7,1, 6-14.
- MAZZAFERA P., 1991. Trigonelline in coffee . Phytochemistry, 30, 12, 3913-3916.
- PREWO R., GUGGISBERG A., LORENZI-RIATSCHE A., BAUMANN T. W., WETTSTEIN-BÄTTIG M., 1990. Crystal structure of mozambioside, a diterpene glycoside of *Coffea pseudozanguebariae*. Phytochemistry, 29, 3, 990-992.
- RAKOTOMALALA J. J. R., 1992. Diversité biochimique des caféiers : Analyse des acides hydroxycinnamiques, bases puriques et diterpènes glycosidiques. Particularités des caféiers sauvages de la région malgache (*Mascarocoffea* Chev.). Thèse Université de Montpellier II, 220 p..
- RAKOTOMALALA J. J. R., CROS E., CLIFFORD M. N., CHARRIER A., 1992. Caffeine and theobromine in green beans from *Mascarocoffea* . Phytochemistry, 26, 273-279.
- VITZTHUM O. G., BARTHELMS M., KWASNY K., 1974. Rapid gas-chromatographic determination of caffeine in caffeine-containing and decaffeinated coffees with the nitrogen-sensitive detector. Z. Lebensm. Unters.Forsch., 154, 135-140.
- WRIGHT S., 1931. Evolution in mendelian populations. Genetics, 16, 97-159.

Figure 1 - Chromatogrammes de *C. canephora* lus à 280 et à 324 nm



Composés majeurs : 1 = AC3Q, 2 = AC4Q, 3 = AC5Q, 4 = caféine, 5 = AF5Q, 6 = AdiC34Q
 7 = AdiC35Q, 8 = AdiC45Q, 9 = caféyltryptophane
 Composés mineurs : A = AF3Q, B = N.D.*, C = AF4Q, D et E = N.D., F, G et I = AdiCFQ, H = caféyltyrosine
 *N.D. = non déterminé

Figure 2 - Diversité des profils chromatographiques des cafés sauvages

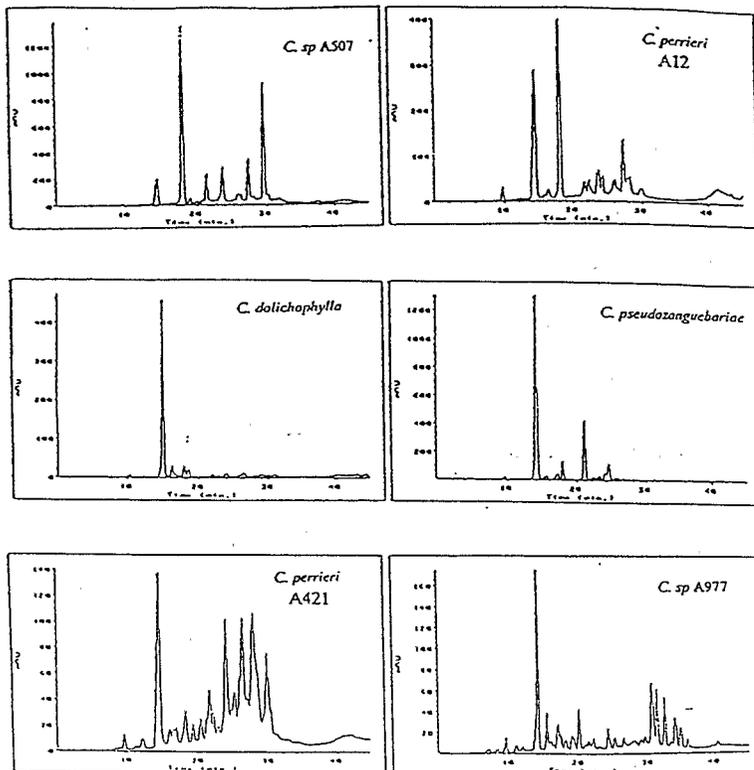


Tableau 1 - Inventaire des composés déjà connus dans la bibliographie (en clair) et ceux nouvellement identifiés (sur fond noir)

		Caféiers cultivés	Caféiers sauvages africains	Caféiers sauvages malgaches
Acides hydroxycinnamiques	ac. <i>p</i> -coumarique	+	+	+
	ac. <i>o</i> -coumarique	-	-	+
	ac. 4-méthoxycinnamique	-	-	+
	ac. caféique	+	+	+
	ac. férulique	+	+	+
	ac. sinapique	-	-	+
	ac. diméthoxy 3,4-cinnamique	-	-	+
	ac. triméthoxy 3,4,5-cinnamique	-	-	+
Bases puriques	caféine	+	+	+
	théobromine	-	+	+
	théophylline	-	+	+
	théacrine	-	-	+
Diterpènes glycosidiques	mozambioside	-	+ ?	-
	mascaroside	-	-	+
	cafamarine	-	-	+ ?
	autres	-	-	+

ISBN 2-900212-14-6

QUINZIÈME COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ

Montpellier, 6-11 juin 1993

Volume I

20 JAN. 1994



Association Scientifique Internationale du Café
(ASIC)
42, rue Scheffer, 75116 Paris