

LA DIVERSITÉ BIOCHIMIQUE

DANS LES GENRES *COFFEA* ET *PSILANTHUS*

F. ANTHONY *, M. N. CLIFFORD **, M. NOIROT *

* ORSTOM, B.P. 5045, 34032 Montpellier Cedex (France).

** Department of Biochemistry, University of Surrey, Guildford, Surrey GU2 5XH (Grande-Bretagne).

INTRODUCTION

Les caféiers forment un complexe d'espèces présentant une grande diversité génétique. Plusieurs classifications rendent compte de leur variabilité. Les plus nombreuses ont été réalisées par les botanistes : LEBRUN (1941), CHEVALIER (1947), LEROY (1980a et 1980b) et, récemment, BRIDSON et VERDCOURT (1988). Cependant, les études génétiques synthétisées par BERTHAUD et CHARRIER (1988) montrent que les limites des espèces définies par les taxonomistes ne correspondent pas toujours aux barrières rencontrées dans les hybridations interspécifiques.

D'autres analyses de la diversité ont été effectuées à partir de l'observation du pollen (LOBREAU-CALLEN et LEROY, 1980), l'emploi des marqueurs enzymatiques révélés en électrophorèse (BERTHOU *et al.*, 1980; BERTHAUD, 1986) ou encore la détermination des caractéristiques biochimiques (CHARRIER et BERTHAUD, 1975; SANTA RAM *et al.*, 1982; CLIFFORD *et al.*, 1983). La plupart de ces travaux ne concernaient qu'un groupe limité d'espèces du genre *Coffea* ou des genres voisins.

Notre étude de la diversité biochimique des caféiers repose au contraire sur un large échantillonnage : 27 espèces de *Coffea* et 4 espèces de *Psilanthus*. Les teneurs en acides chlorogéniques, caféine et autres composés associés sont dosées dans les grains par chromatographie "haute performance" en phase liquide (HPLC). Les données sont traitées par les méthodes d'analyses multivariées permettant une description synthétique de la variabilité. Les résultats sont ensuite discutés par rapport à la diversité génétique du complexe multispécifique des caféiers.

MATERIEL ET METHODES

Le matériel végétal

Le matériel végétal est composé de fruits mûrs ou de grains secs reçus de divers centres de recherche caféière en Côte d'Ivoire, à Madagascar, en Tanzanie et au Brésil. Quelques échantillons de grains ont été prélevés à l'herbier de Kew (Grande-Bretagne). Au total, 75 échantillons ont été rassemblés, appartenant à 27 espèces de *Coffea* et 4 espèces de *Psilanthus* (tableau 1). Parmi les espèces de *Coffea*, 20 proviennent du continent africain et 7 de la région floristique malgache. Les espèces cultivées *C. arabica* et *C. canephora* sont représentées respectivement par 17 et 4 variétés.

Tableau 1: Description du matériel analysé.

GENRE	ORIGINE	ESPECES	ECHANTILLONS
<i>Coffea</i>	Afrique	20	63
	Madagascar	7	7
<i>Psilanthus</i>	Afrique	2	3
	Asie	2	2
Total :		31	75

Pour la dénomination des taxons, nous avons utilisé la classification de CHEVALIER (1947), révisée pour les caféiers d'Afrique de l'Est par BRIDSON et VERDCOURT (1988).

La méthode de dosage

La méthode utilisée pour le dosage des acides chlorogéniques a été présentée au 11^{ème} Colloque de l'A.S.I.C. par CLIFFORD *et al.* (1985). Elle a ensuite été optimisée pour l'étude des cafés commerciaux par CLIFFORD (1986). Les acides chlorogéniques sont détectés par HPLC, à 313nm.

La méthode a été récemment élargie au dosage de la caféine et des autres composés absorbant à 276nm par CLIFFORD et KAZI (1987). Ces composés, dont la nature chimique est encore inconnue, sont définis par leur temps de rétention vis à vis de l'acide 5-caféylquinique. Au total, 21 pics sont observables sur le chromatogramme à 276nm.

Les teneurs sont exprimées en pourcentage du poids sec (%MS). Le poids des échantillons d'herbier a été augmenté de 10% pour compenser leur forte déshydratation. Les limites inférieures de sensibilité de la méthode sont égales à 0,04% pour l'acide 5-caféylquinique et à 0,02% pour la caféine. Ces valeurs ont été enregistrées pour chaque composé visible sur le chromatogramme à des concentrations inférieures à la limite d'intégration.

Le codage des données

Pour les acides chlorogéniques connus, les teneurs en 3-CQA, 4-CQA et 5-CQA sont cumulées dans la teneur en acides caféylquiniques, celles en 3,4-dicQA, 3,5-dicQA et 4,5-dicQA dans la teneur en acides di-caféylquiniques et celle en 5-FQA dans la teneur en acides férulylquiniques.

Parmi les composés absorbant à 276nm, seule la caféine est dosée en quantité suffisante pour participer aux analyses. Les autres pics correspondent à des composés peu fréquents et peu abondants, dépassant rarement 1%MS. Nous avons cumulé leurs teneurs dans une seule variable, ce qui permet de conserver l'information sur la quantité de composés détectés à 276nm.

16 NOV. 1990

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 31253 - ex 1

Cote : B

III P13

L'analyse des données

Le tableau des données est transcrit dans l'annexe 1. L'organisation de la diversité est étudiée par une analyse en composantes principales (HOTELLING, 1933) avec les variables suivantes :

- la teneur totale en acides chlorogéniques (T_{CGA}),
- les teneurs relatives en acides caféylquiniques (R_{COA}), di-caféylquiniques (R_{DOA}) et férulylquiniques (R_{FOA}),
- la teneur totale en composés absorbant à 276nm (T_{276}),
- les teneurs relatives en caféine (R_{CAF}) et en autres composés détectés à 276nm (R_{AUT}).

L'intérêt de cette analyse est de décrire l'information contenue dans le tableau des données à l'aide de facteurs indépendants. Les variables des teneurs relatives introduisent une notion de flux entre les composés et de profil pour les échantillons.

RESULTATS

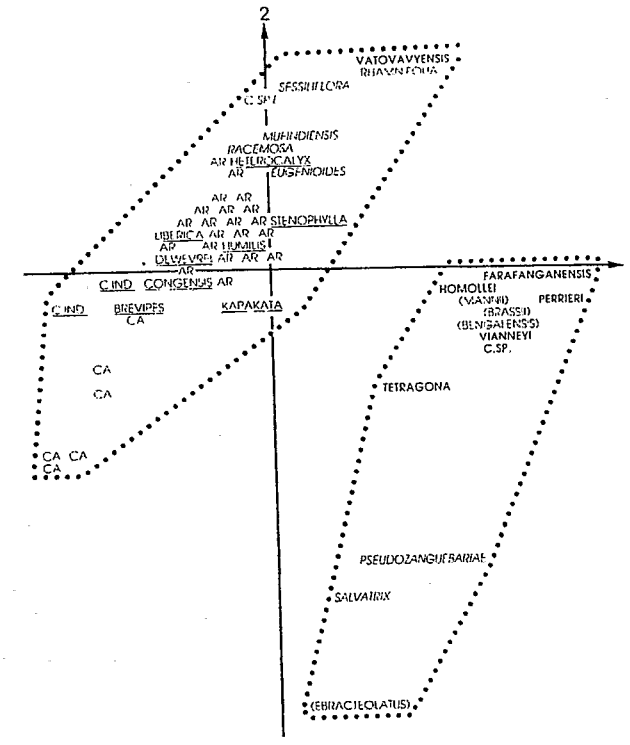
Le plan formé par les deux premiers axes de l'analyse en composantes principales donne une représentation de 82% de la variabilité. Les échantillons se répartissent en deux ensembles nettement séparés (figure 1). Sur la partie droite du graphe sont rassemblées toutes les espèces ayant une très faible teneur relative en caféine, inférieure à 25% de la quantité totale des composés détectés à 276nm (annexe 2). On y trouve les *Mascarocoffea* à l'exception de *C. vatovavyensis*, deux espèces africaines *C. pseudozanguebariae* et *C. salvatrix* ainsi que toutes les espèces de *Psilanthus*. Les échantillons sont distribués sur l'axe 2 selon un gradient de la teneur en composés absorbant à 276nm. L'espèce *P. mannii* en est dépourvue. Les espèces de *Mascarocoffea* en ont de faibles quantités bien qu'il existe parfois plusieurs pics visibles sur le chromatogramme (cinq chez *C. viamneyi*). A l'opposé, les espèces *C. pseudozanguebariae*, *C. salvatrix* et *P. ebracteolatus* sont très riches, avec une teneur totale dépassant 3%MS.

Le second groupe, sur la partie gauche du graphe, est constitué des autres espèces de *Coffea*. La caféine représente plus de 75% des composés détectés à 276nm. Les trois quarts des chromatogrammes présentent uniquement le pic de la caféine. Les espèces sont réparties en fonction de leurs teneurs en caféine et en acides di-caféylquiniques et férulylquiniques. Les caféiers d'Afrique de l'Est ont les plus faibles teneurs et les variétés *C. canephora* les plus fortes teneurs.

Les variétés des espèces cultivées sont plutôt homogènes. Leurs profils sont identiques. Les plus grandes différences sont visibles pour la teneur en caféine : de 0,76 à 1,82%MS chez *C. arabica* et de 1,98 à 3,19%MS chez *C. canephora*.

Deux espèces aux positions taxonomiques souvent discutées sont clairement positionnées : *C. eugenioides* et *P. kapakata*. Les caféiers *C. eugenioides*, originaires du Kenya, présentent des teneurs modérées, comme les autres caféiers d'Afrique orientale. La seconde espèce, que BRIDSON (1982) et LEROY (1982) ont rapproché des caféiers d'Afrique de l'Est, est placée à proximité des espèces d'Afrique centrale. Enfin, le classement des nouveaux taxons est sans surprise : *C. sp. F*, trouvé en Tanzanie par BERTHAUD *et al.* (1983), appartient bien au groupe des caféiers d'Afrique de l'Est et les deux taxons collectés au Cameroun par ANTHONY *et al.* (1985) sont proches des autres espèces de cette région.

Dans cette représentation, la position de certains échantillons est suspecte. Ainsi, un échantillon *C. congensis*, provenant des collections de Tanzanie, est placé au milieu des variétés *C. canephora*. L'absence de caféiers *C. congensis* constatée dans ce pays par BERTHAUD et CHARRIER (1979) permet de penser qu'il s'agit d'un hybride Congusta, issu de croisements entre l'espèce cultivée *C. canephora*. Deux autres espèces, supposées sans caféine, sont curieusement placées : *C. rhamnifolia* et *C. vatovavyensis*. Elles sont classées dans le groupe caractérisé par une forte teneur relative en caféine car le seul pic visible à 276nm est situé au niveau de celui de la caféine. Il correspond à de très faibles teneurs, inférieures à 0,06%MS. Mais, le profil de leur composition en acides chlorogéniques ressemble singulièrement à celui de *P. mannii* : très peu d'acides caféylquiniques et aucun acide di-caféylquinique et férulylquinique.



LEGENDE

COFFEA	PSILANTHUS ET APPARENTES
Afrique centrale et occidentale	entre parenthèses
Afrique orientale	
Madagascar	
ESPECES CULTIVEES :	
AR = <i>C. arabica</i>	
CA = <i>C. canephora</i>	

Figure 1: Distribution des espèces sur le plan 1-2 de l'analyse en composantes principales.

DISCUSSION, CONCLUSION

L'organisation de la diversité

La diversité des genres *Coffea* et *Psilanthus* est structurée en deux groupes séparés par une importante différence qualitative. Leur mise en évidence repose sur la teneur relative en caféine par rapport à la quantité totale de composés détectés à 276nm. Ils sont aussi discriminés par les teneurs en caféine et en acides chlorogéniques (tableau 2).

Tableau 2: Caractéristiques des deux groupes d'espèces.

DESCRIPTION	TENEUR RELATIVE EN CAFEINE (% T ₂₇₆)	CAFEINE - (% MS)	AUTRES COMPOSES DETECTES A 276nm (% MS)	ACIDES CHLOROGENIQUES (% MS)
Madagascar (6/7) <i>C. pseudozanguebariae</i> <i>C. salvatrix</i> genre <i>Psilanthus</i>	0 - 23	0,00 - 0,28	0,00 - 4,31	0,01 - 2,11
Afrique orientale (6/8) Afrique centrale Afrique occidentale <i>C. vatovavyensis</i> <i>C. rhamnifolia</i>	79 - 100	0,46 - 3,19 (0,02)	0,00 - 0,27	4,53 - 9,90 (0,14)

* chez *C. vatovavyensis*
** chez *C. rhamnifolia*

Les espèces de *Coffea* dépourvues de caféine forment un ensemble homogène. Leurs teneurs en acides chlorogéniques sont faibles, inférieures à 2,5%MS. La séparation entre *Mascarocoffea* de la région malgache et *Eucoffea* d'Afrique était prévisible en regard aux composés originaux déjà identifiés chez les caféiers malgaches par BERTRAND (1901), CHASSEVENT (1972) et CHASSEVENT *et al.* (1967 ; 1974). C'est une conséquence de la différenciation génétique mise en évidence entre ces deux groupes d'espèces par CHARRIER (1978).

Deux espèces africaines sont classées avec les espèces malgaches : *C. pseudozanguebariae* et *C. salvatrix*. *C. pseudozanguebariae* est la première espèce sans caféine découverte sur le continent africain (HAMON *et al.*, 1984). Son appartenance à ce groupe suggère l'existence d'affinités, voire d'une origine commune, avec les caféiers de la région malgache. LEROY (1982) a déjà émis l'hypothèse que les caféiers du Kenya et de Madagascar proviendraient d'un même centre d'origine. La particularité de la composition biochimique des grains de *C. salvatrix* par rapport à celle d'autres espèces d'Afrique de l'Est a déjà été observée par SANTA RAM *et al.* (1982). Sa position à côté de *C. pseudozanguebariae* rejoint les résultats de LOUARN (c. p.) dans l'étude en cours des relations génétiques entre espèces de caféiers.

Le genre *Psilanthus* est aussi dépourvu de caféine. Il existe de fortes différences quantitatives pour les autres composés. L'espèce *P. manni* se singularise par l'absence de pics sur le chromatogramme à 276nm. A l'opposé, *P. ebracteolatus* est très riche en composés détectés à 276nm, au moins 3,4%MS. Mais les variations à l'intérieur du genre ne coïncident pas avec le découpage en sous-genres proposé par LEROY (1980b) ou BRIDSON (1987).

Le second ensemble homogène d'espèces de *Coffea* se caractérise par des teneurs en caféine et en acides chlorogéniques nettement plus élevées que dans l'autre groupe. Les espèces sont distribuées selon un gradient que l'on peut superposer aux origines géographiques, allant de l'Afrique de l'Est à l'Afrique centrale et occidentale. Les plus faibles teneurs sont trouvées chez *C. vatovavyensis* et

C. rhamnifolia. Les traces de caféine chez l'espèce malgache *C. vatovavyensis* devront cependant être confirmées. Par contre, la présence d'une très faible quantité de caféine (0,06%MS) chez *C. rhamnifolia* renforce l'hypothèse de BRIDSON et VERDCOURT (1988) qu'il s'agit d'une espèce charnière entre les genres *Coffea* et *Psilanthus*.

L'interprétation biochimique

Au niveau biochimique, nous nous contenterons de relever l'existence de fortes corrélations entre variables. Le lien entre la caféine et les acides chlorogéniques dans les grains de café est bien connu (NAVILLIER, 1959). Lorsque la caféine est absente, comme chez les *Mascarocoffea*, les acides chlorogéniques sont trouvés avec de très faibles teneurs, les acides di-caféylquiniques et férulylquiniques étant le plus souvent absents. Dans l'autre cas, les teneurs en acides di-caféylquiniques et férulylquiniques sont liées à la teneur en caféine ($r > 0,7$). De plus, on remarque des corrélations intéressantes entre les teneurs relatives des trois catégories d'acides chlorogéniques. En particulier, la teneur en acides di-caféylquiniques dépend étroitement de la quantité d'acides caféylquiniques ($r > 0,9$).

La mise en évidence de l'absence de caféine mérite d'être approfondie. En effet, de toutes les espèces dépourvues de caféine, seules *C. perrieri* et *P. manni* n'ont révélé aucune trace au niveau du pic de la caféine. Nous avons déjà discuté le cas de l'espèce malgache *C. vatovavyensis*, à priori dépourvue de caféine, qui est classée dans le groupe des échantillons ayant de la caféine. Les traces enregistrées sur le chromatogramme correspondent-elles vraiment à la présence de caféine? Des analyses complémentaires sont nécessaires pour répondre à cette question.

Conclusion, perspectives

En résumé, il apparaît que la diversité biochimique observée ne cadre pas toujours avec le découpage taxonomique en genres et sous-genres. La distribution des espèces permet de retrouver plusieurs résultats acquis par l'étude des relations génétiques entre espèces de caféiers.

Enfin, l'identification des composés détectés à 276nm est indispensable pour une meilleure caractérisation des deux groupes d'espèces mis en évidence. Le déterminisme génétique de leur transmission pourra être étudié chez les hybrides intergroupes.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient vivement A. Charrier pour ses conseils et sa présentation de la communication pendant le colloque ainsi que D. Bridson et E. Cros pour leurs critiques.

BIBLIOGRAPHIE

- ANTHONY (F.), COUTURON (E.), de NAMUR (C.), 1985.
Les caféiers sauvages du Cameroun : résultats d'une mission de prospection effectuée par l'ORSTOM en 1983.
A.S.I.C., 11^{ème} Colloque, Lomé, 495-505.
- ANTHONY (F.), LE PIERRES (D.), 1987.
La diversité génétique de l'espèce *Coffea congensis* Froehner. 1/ Evaluation en Côte d'Ivoire de caféiers sauvages originaires de Centrafrique.
Café-Cacao-Thé, XXXI, 251-266.

- BERTHAUD (J.), 1986.
Les ressources génétiques pour l'amélioration des caféiers africains diploïdes. Evaluation de la richesse génétique des populations sylvestres et de ses mécanismes organisateurs. Conséquences pour l'application.
Travaux et documents ORSTOM (Paris), 188, 379 p.
- BERTHAUD (J.), CHARRIER (A.), 1979
Inventaire des ressources génétiques du genre *Coffea* en Afrique de l'Est.
Contrat F.A.O.-ORSTOM, Centre ORSTOM d'Abidjan, 24 p.
- BERTHAUD (J.), ANTHONY (F.), LOURD (M.), 1983
Les caféiers sauvages de Tanzanie. Résultats d'une mission de prospection effectuée du 5 mars au 11 avril 1982.
Café-Cacao-Thé, 27, 245-258.
- BERTHAUD (J.), CHARRIER (A.), 1988
Genetic resources of *Coffea*.
in R. J. Clarke et R. Macrae (ed.) : "Coffee. Volume 4: Agronomy", Elsevier Applied Science (Londres), 334 p.
- BERTHOU (F.), TROUSLOT (P.), HAMON (S.), VEDEL (F.), QUETIER (F.), 1980
Analyse en électrophorèse du polymorphisme biochimique des caféiers : Variation enzymatique dans 18 populations sauvages. Variation de l'ADN mitochondrial dans les espèces : *C. canephora*, *C. eugenioides* et *C. arabica*.
Café-Cacao-Thé, XXIV, 313-326
- BERTRAND (G.), 1901
Sur la composition chimique du café de la Grande Comore.
C. R. Acad. Sci. (Paris), 132, 162-164
- BRIDSON (D.), 1982
Studies in *Coffea* and *Psilanthus* (*Rubiaceae* subfam. *Cinchonoideae*) for part 2 of "Flora of Tropical East Africa": *Rubiaceae*.
Kew Bulletin (Royal Botanic Garden), 36, 817-859
- BRIDSON (D.), 1987
Nomenclatural notes on *Psilanthus*, including *Coffea* sect. *Paracoffea* (*Rubiaceae* tribe *Coffeae*)
Kew Bulletin (Royal Botanic Garden), 42, 453-460
- BRIDSON (D.), VERDCOURT (B.), 1988
Flora of East Tropical Africa. *Rubiaceae* (part 2)
Polhill R. M. (ed.), A. A. Balkema (Rotterdam), 747 p.
- CHARRIER (A.), 1978
La structure génétique des caféiers spontanés de la région malgache (*Mascarocoffea*). Leurs relations avec les caféiers d'origine africaine (*Eucoffea*).
Mémoires ORSTOM (Paris), 87, 223 p.
- CHARRIER (A.), BERTHAUD (J.), 1975
Variation de la teneur en caféine dans le genre *Coffea*.
Café-Cacao-Thé, XIX, 251-264
- CHASSEVENT (F.), 1972
Composition et caractéristiques chimiques de *Coffea* sauvages de Madagascar. VII Recherche de l'acide chlorogénique et de composés voisins dans les graines de caféiers sauvages.
Café-Cacao-Thé, XVI, 161-166
- CHASSEVENT (F.), ORNANO (J.), POUGNEAUD (S.), 1967
Composition et caractéristiques chimiques de *Coffea* sauvages de Madagascar. IV Isolement et étude de la structure de la cafamarine, substance amère de *C. buxifolia*.
Café-Cacao-Thé, XI, 343-349
- CHASSEVENT (F.), DALGER (G.), GERWIG (S.), VINCENT (J.-C.), 1974
Contribution à l'étude des *Mascarocoffea* étude des fractions lipidique et insaponifiable. Relation éventuelle entre les teneurs en caféine et en acides chlorogéniques.
Café-Cacao-Thé, XVIII, 49-56
- CHEVALIER (A.), 1947.
Les caféiers du globe. III Systématique des caféiers et faux caféiers. Maladies et insectes nuisibles.
Encyclopédie biologique, 28, Fas. III, Paul Lechevalier, Paris, 356 p.
- CLIFFORD (M. N.), 1986
Coffee bean dicaffeoylquinic acids.
Phytochemistry, 25, 1767-1769
- CLIFFORD (M. N.), OHIOKPEHAI (O.), de MENEZES (H.), 1985
A.S.I.C., 11^{ème} Colloque, Lomé, 252-262
- CLIFFORD (M. N.), KAZI (T.), 1987
The influence of coffee bean maturity on the content of chlorogenic acids, caffeine and trigonelline.
Food Chemistry, 26, 59-69
- CLIFFORD (M. N.), WILLIAMS (T.), BRIDSON (D.), 1987
Chlorogenic acids and caffeine as possible taxonomic criteria in *Coffea* and *Psilanthus*.
Phytochemistry, 28, 829-838
- HAMON (S.), ANTHONY (F.), LE PIERRES (D.), 1984
La variabilité génétique des caféiers spontanés de la section *Mozambicoffea* A. Chev. I Précisions sur deux espèces affines : *C. pseudozanguebariae* et *C. sp. A* Bridson.
Bull. Mus. natn. Hist. nat. (Paris), Adansonia, 2, 207-223
- HOTELLING (H.), 1933
Analysis of a complex statistical variables into principal components.
J. Educ. Psy., 24, 417-441
- LEBRUN (J.), 1941
Recherches morphologiques et systématiques sur les caféiers du Congo.
Mémoires I.XI(3), Institut Royal Colonial Belge, 184 p.
- LEROY (J.-F.), 1980a
Evolution et taxogenèse chez les caféiers. Hypothèse sur leur origine.
C. R. Acad. Sci. (Paris), 291, 593-596
- LEROY (J.-F.), 1980b
Les grandes lignées de caféiers.
A.S.I.C., 9^{ème} Colloque, Londres, 473-477
- LEROY (J.-F.), 1982
L'origine kenyane du genre *Coffea* et la radiation des espèces de Madagascar.
A.S.I.C., 10^{ème} Colloque, Salvador, 413-420
- LOBREAU-CALLEN (D.), LEROY (J.-F.), 1980
Quelques données palynologiques sur le genre *Coffea* et autres genres du cercle des caféiers.
A.S.I.C., 9^{ème} Colloque, Londres, 479-506
- NAVELLIER (P.), 1959
Chimie du café.
in R. Coste "Les caféiers et les cafés dans le monde", Larose ed. (Paris), t. 2, 163-220
- SANTA RAM (A.), SREENIVASAN (M. S.), VISHVESHVARA (S.), 1982
Chemotaxonomy of *Mozambicoffea*.
J. Coffee Res., 12, 42-46

Annexe 1: Tableau des données.

IDENTIFICATION	SOURCE	T _{CGA}	R _{COA}	R _{DQA}	R _{FOA}	T ₂₇₆	R _{CAF}	R _{AUT}
<i>C. arabica</i> var. <i>typica</i>	Tanzanie	5,45	0,85	0,10	0,06	1,67	1,00	0,00
<i>C. arabica</i> var. <i>bourbon</i> N39	Tanzanie	6,02	0,86	0,08	0,06	1,33	1,00	0,00
<i>C. arabica</i> var. <i>bourbon</i> <i>vermelho</i>	Brésil	7,49	0,89	0,08	0,03	1,26	1,00	0,00
<i>C. arabica</i> var. <i>purpureascens</i>	Tanzanie	6,10	0,82	0,12	0,06	0,76	1,00	0,00
<i>C. arabica</i> var. <i>laurina</i>	Tanzanie	5,96	0,86	0,10	0,04	0,79	1,00	0,00
<i>C. arabica</i> var. <i>erecta</i>	Tanzanie	6,54	0,84	0,09	0,07	1,49	1,00	0,00
<i>C. arabica</i> var. <i>semperflorens</i>	Tanzanie	5,93	0,85	0,09	0,06	1,48	1,00	0,00
<i>C. arabica</i> var. <i>murta</i>	Tanzanie	6,32	0,81	0,12	0,07	1,75	1,00	0,00
<i>C. arabica</i> var. <i>bourbon</i> <i>amarelo</i>	Tanzanie	6,83	0,86	0,08	0,06	1,49	1,00	0,00
<i>C. arabica</i> var. <i>bourbon</i> <i>amarelo</i>	Brésil	7,24	0,89	0,07	0,04	1,54	1,00	0,00
<i>C. arabica</i> var. <i>mokka</i>	Tanzanie	5,17	0,86	0,09	0,05	0,87	1,00	0,00
<i>C. arabica</i> var. <i>Maragoype</i>	Kew	6,92	0,79	0,17	0,04	1,39	1,00	0,00
<i>C. arabica</i> var. <i>San Ramon</i>	Tanzanie	5,76	0,84	0,11	0,05	1,44	1,00	0,00
<i>C. arabica</i> var. <i>catuira</i>	Tanzanie	5,90	0,82	0,12	0,06	1,59	1,00	0,00
<i>C. arabica</i> var. <i>polysperma</i>	Tanzanie	5,78	0,82	0,11	0,07	1,65	1,00	0,00
<i>C. arabica</i> var. <i>arabica</i> KP423	Tanzanie	5,99	0,85	0,10	0,05	1,57	1,00	0,00
<i>C. arabica</i> var. <i>nuundo novo</i>	Brésil	5,75	0,84	0,11	0,05	1,57	1,00	0,00
<i>C. arabica</i> var. <i>nuundo novo</i>	Brésil	5,89	0,85	0,11	0,04	1,59	1,00	0,00
<i>C. arabica</i> var. <i>catuai</i> <i>vermelho</i>	Brésil	7,15	0,86	0,10	0,04	1,82	1,00	0,00
<i>C. arabica</i> var. <i>catuai</i> <i>vermelho</i>	Brésil	6,55	0,85	0,11	0,04	1,53	1,00	0,00
<i>C. arabica</i> var. <i>catuai</i> <i>vermelho</i>	Brésil	5,66	0,84	0,11	0,05	1,28	1,00	0,00
<i>C. brassii</i>	P. N. Guinée	0,21	1,00	0,00	0,00	0,89	0,12	0,88
<i>C. brevipes</i>	Côte d'Ivoire	7,94	0,75	0,20	0,05	2,16	1,00	0,00
<i>C. brevipes</i>	Côte d'Ivoire	6,85	0,75	0,20	0,05	1,93	1,00	0,00
<i>C. brevipes</i> var. <i>heterocalyx</i>	Côte d'Ivoire	5,75	0,86	0,11	0,03	0,83	1,00	0,00
<i>C. canephora</i>	Côte d'Ivoire	9,21	0,75	0,17	0,08	3,19	1,00	0,00
<i>C. canephora</i> var. <i>Ugandae</i>	Tanzanie	8,81	0,68	0,21	0,11	3,02	1,00	0,00
<i>C. canephora</i> var. <i>robusta</i>	Tanzanie	7,39	0,64	0,21	0,15	2,29	1,00	0,00
<i>C. canephora</i> var. <i>robusta</i>	Brésil	8,67	0,74	0,16	0,10	2,48	1,00	0,00
<i>C. canephora</i> var. <i>kouillou</i>	Tanzanie	7,25	0,68	0,17	0,15	2,22	1,00	0,00
<i>C. canephora</i> var. <i>C. de la Nana</i>	Côte d'Ivoire	8,57	0,79	0,10	0,11	1,98	1,00	0,00
<i>C. congensis</i>	Côte d'Ivoire	7,98	0,82	0,12	0,07	2,13	1,00	0,00
<i>C. congensis</i> var. <i>excelsa</i>	Tanzanie	7,76	0,72	0,19	0,09	3,16	1,00	0,00
<i>C. dewevrei</i>	Côte d'Ivoire	7,79	0,79	0,13	0,08	2,15	0,92	0,08
<i>C. dewevrei</i>	Côte d'Ivoire	7,67	0,87	0,08	0,05	1,84	1,00	0,00
<i>C. eugenioides</i>	Côte d'Ivoire	4,54	0,86	0,07	0,07	0,69	0,94	0,06
<i>C. eugenioides</i>	Brésil	4,56	0,93	0,03	0,04	0,59	0,93	0,07
<i>C. eugenioides</i>	Kew	4,53	0,95	0,03	0,02	0,47	1,00	0,00
<i>C. eugenioides</i>	Tanzanie	6,27	0,91	0,05	0,04	0,67	0,94	0,06
<i>C. farafanjanensis</i>	Madagascar	1,12	1,00	0,00	0,00	0,68	0,13	0,87
<i>C. hamollei</i>	Madagascar	1,15	0,97	0,00	0,03	0,26	0,23	0,77
<i>C. humilis</i>	Côte d'Ivoire	6,68	0,86	0,11	0,03	2,12	0,96	0,24
<i>C. ind.</i> (Moloundou)	Côte d'Ivoire	4,81	0,61	0,36	0,03	0,62	1,00	0,00
<i>C. ind.</i> (Nkoumbala)	Côte d'Ivoire	8,83	0,77	0,19	0,05	2,00	1,00	0,00
<i>C. liberica</i>	Côte d'Ivoire	7,48	0,86	0,09	0,04	1,85	0,98	0,02
<i>C. mufindiensis</i>	Kew	7,14	0,95	0,04	0,01	1,37	0,94	0,06
<i>C. perieri</i>	Madagascar	0,35	1,00	0,00	0,00	0,22	0,00	1,00
<i>C. pseudozanguebariae</i>	Côte d'Ivoire	1,79	0,90	0,07	0,03	3,04	0,01	0,99
<i>C. pseudozanguebariae</i>	Kew	0,93	0,92	0,00	0,08	3,02	0,01	0,99
<i>C. racemosa</i>	Côte d'Ivoire	6,03	0,86	0,12	0,02	0,76	1,00	0,00
<i>C. racemosa</i>	Brésil	4,97	0,89	0,09	0,03	0,92	1,00	0,00
<i>C. racemosa</i>	Brésil	5,41	0,90	0,09	0,01	1,16	1,00	0,00
<i>C. rhamnifolia</i>	Kew	0,14	1,00	0,00	0,00	0,06	1,00	0,00

Annexe 1 (suite)

IDENTIFICATION	SOURCE	T _{CGA}	R _{COA}	R _{DQA}	R _{FOA}	T ₂₇₆	R _{CAF}	R _{AUT}
<i>C. salvatrix</i>	Brésil	2,41	0,87	0,06	0,07	3,53	0,08	0,92
<i>C. salvatrix</i>	Tanzanie	1,76	0,83	0,11	0,07	3,00	0,03	0,97
<i>C. sessiliflora</i>	Côte d'Ivoire	6,99	0,94	0,03	0,03	0,60	0,92	0,08
<i>C. sessiliflora</i>	Kew	5,68	0,93	0,06	0,02	0,51	0,90	0,10
<i>C. sessiliflora</i>	Côte d'Ivoire	9,58	0,98	0,01	0,01	0,53	0,89	0,11
<i>C. sessiliflora</i>	Côte d'Ivoire	9,90	0,98	0,00	0,01	0,76	0,86	0,14
<i>C. sessiliflora</i>	Côte d'Ivoire	1,12	1,00	0,00	0,00	1,16	0,02	0,98
<i>C. sp.</i> (A315)	Madagascar	9,65	0,94	0,05	0,01	1,05	0,94	0,06
<i>C. sp.</i> F	Côte d'Ivoire	8,87	0,89	0,08	0,03	2,07	1,00	0,00
<i>C. stenophylla</i>	Côte d'Ivoire	7,50	0,87	0,08	0,05	2,64	1,00	0,00
<i>C. stenophylla</i>	Brésil	6,66	0,91	0,07	0,02	1,62	0,94	0,06
<i>C. stenophylla</i>	Kew	6,04	0,90	0,09	0,02	1,50	1,00	0,00
<i>C. stenophylla</i>	Tanzanie	5,05	0,91	0,05	0,04	0,62	1,00	0,00
<i>C. stenophylla</i>	Côte d'Ivoire	9,70	0,80	0,17	0,03	2,07	1,00	0,00
<i>C. stenophylla</i>	Madagascar	1,40	0,85	0,14	0,01	0,55	0,05	0,95
<i>C. tetragona</i>	Madagascar	0,96	1,00	0,00	0,00	0,02	1,00	0,00
<i>C. volavavyensis</i>	Madagascar	0,78	1,00	0,00	0,00	1,12	0,04	0,96
<i>P. biangueyi</i>	Madagascar	0,53	1,00	0,00	0,00	1,17	0,15	0,85
<i>P. viangensis</i>		0,27	0,67	0,11	0,22	4,34	0,01	0,99
<i>P. ebractcolatus</i>	Côte d'Ivoire	0,27	0,67	0,11	0,22	4,34	0,01	0,99
<i>P. ebractcolatus</i>	Kew	0,04	1,00	0,00	0,00	3,42	0,01	0,99
<i>P. ebractcolatus</i>	Tanzanie	5,06	0,81	0,12	0,07	1,31	0,79	0,21
<i>P. kapakata</i>	Tanzanie	5,06	0,81	0,12	0,07	1,31	0,79	0,21
<i>P. manni</i>	Côte d'Ivoire	0,37	0,92	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00

Annexe 2: Corrélations entre les variables actives et les deux premiers facteurs.

VARIABLES	FACTEUR 1		FACTEUR 2	
	CORRELATION	CONTRIBUTION RELATIVE	CORRELATION	CONTRIBUTION RELATIVE
T _{CGA}	-0,80	0,64	0,36	0,13
R _{COA}	0,86	0,74	0,43	0,19
R _{DQA}	-0,83	0,70	-0,23	0,05
R _{FOA}	-0,58	0,34	-0,63	0,39
T ₂₇₆	-0,36	0,13	-0,76	0,58
R _{CAF}	-0,77	0,59	0,60	0,36
R _{AUT}	0,74	0,55	-0,61	0,38

RESUME

La structuration de la diversité biochimique est étudiée dans les genres *Coffea* et *Psilanthus*. Les teneurs en acides chlorogéniques, caféine et autres composés absorbant à 276 nm ont été dosées dans les grains en HPLC. Notre étude porte sur 75 échantillons, représentant 20 espèces africaines de *Coffea* et 7 malgaches ainsi que 4 espèces de *Psilanthus*.

Les méthodes d'analyses multivariées mettent en évidence une répartition des espèces en deux groupes séparés par une importante différence qualitative. Le premier groupe est constitué des *Mascarocoffea*, de deux espèces africaines *C. pseudozanguebariae* et *C. salvatrix* ainsi que des *Psilanthus*. Toutes ces espèces présentent une très faible teneur de la caféine par rapport au total des composés détectés à 276nm. Ces faibles teneurs en caféine sont accompagnées de faibles teneurs en acides chlorogéniques. Les espèces sont distribuées selon un gradient de la teneur cumulée en autres composés absorbant à 276 nm.

Le second groupe est composé des autres espèces de *Coffea* du continent africain. La teneur en caféine y est variable mais très peu d'autres composés sont détectés à 276 nm. Elle est liée aux teneurs en acides di-caféylquiniques et férulylquiniques. Ces composés forment un gradient dont les points extrêmes sont les espèces d'Afrique de l'Est (*C. racemosa*, *C. sessiliflora*...) d'une part et les variétés de *C. canephora* d'autre part.

Ces résultats sont ensuite discutés en relation avec la structure de la diversité génétique du complexe d'espèces des caféiers.

SUMMARY

The structure of the biochemical diversity is studied in *Coffea* and *Psilanthus* genus. The contents of chlorogenic acids, caffeine and other 276nm absorbing components have been quantified in the seeds by HPLC. This study includes 75 samples of seeds belonging to 20 African and 7 Madagascan *Coffea* species, and to 4 *Psilanthus* species.

Using multivariate analysis, we show a distribution of the species in 2 groups separated by an important qualitative difference. The first group includes the *Mascarocoffea*, two African species *C. pseudozanguebariae* and *C. salvatrix*, and the *Psilanthus*. All these species have a very low content of caffeine in relation to the total content of 276nm absorbing components. These species also present a very low content of chlorogenic acids. The species are distributed along a gradient formed by their content of other components detected at 276nm.

The second group includes all other *Coffea* species from African continent. The content of caffeine is variable but there are very few other 276nm absorbing components. It is strongly correlated with content of di-caffeoylquinic and feruloylquinic acids. These components make a gradient in which the extreme points are represented by the species from East Africa (*C. racemosa*, *C. sessiliflora*...) on one side and by *C. canephora* on the other side.

These results are discussed with relation to the genetic structure of the multispecific complex of coffee-trees.