

Ann. Inst. Nat. Agron. El-Harrach, 1989,  
Vol. 13, N° 2, 288 - 307.

**"CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA VARIATION  
DANS L'EXPRESSION DE METABOLISME FLAVONIQUE  
CHEZ Thymus sp.. (ALGERIE)**

**Par MERGHEM R.(1) et JAY M.(2)**

**R E S U M E**

L'analyse biochimique sur *Thymus sp.* a permis aux auteurs d'en étudier le métabolisme phénolique dans toute sa diversité, en vue de rechercher les corrélatons entre expression phénolique et conditions stationnelles, et entre expression phénolique et biologie de la reproduction.

L'analyse des résultats montre qu'au sein du genre *Thymus*, se sont développés trois axes de diversification évolutive et adaptative, correspondant chacun à la mise en place d'un schéma de régulation métabolique, schéma semblant apporter réponse aux pressions de sélection d'un milieu particulier. Ces trois réponses métaboliques peuvent être corrélées à des tendances différentes du climat méditerranéen en Algérie.

---

(1) Maître-Assistant Université de Constantine  
I.S. BIOLOGIE -ALGERIE-

(2) Professeur Université Claude Bernard  
LYON -FRANCE-

Dans le cadre de l'accord programmé établi entre l'Université Claude Bernard - I.A.S.B.S.E. Laboratoire de Phytochimie (Lyon I) et l'Université de Constantine - Institut de Biologie (I.S.N.) sur le projet intitulé: "Evaluation génétique des ressources végétales algériennes à l'aide de la Phytochimie"; quatre (04) objectifs ont guidé notre réflexion et nos choix.

a. L'originalité phytochimique: La flore Algérienne n'a jusqu'à présent pas fait l'objet d'études chimiques importantes au niveau des grandes classes des phytoconstituants: Phénol, Terpenes, Alcaloïdes. Toute initiative en ce domaine est garantie de succès et d'originalité d'autant plus grands que cette flore est riche d'endémique relevant des Composées, Labiées, Légumineuses.

b. Le polymorphisme chimique: La phytochimie doit apporter une contribution de première importance à la connaissance de la flore sous les angles:

- Variation et diversité - adaptation et fonction
- Structure et dynamique de population

C'est une approche originale des RESSOURCES GENETIQUES NATURELLES devant conduire à la mise en lumière de nouveaux pools géniques.

c. Les modèles moléculaires: L'isolement et l'élucidation de nouvelles molécules phénoliques, terpéniques, alcaloïdiques doivent fournir des modèles pour la chimie de synthèse et les biotechnologies relevant de la pharmacie ou de l'agroalimentaire.

d. Les aspects appliqués: la chimie des substances naturelles intéresse deux domaines essentiels: L'AGRONOMIE et la PHARMACIE; dans le domaine agronomique, la phytochimie peut servir plusieurs desseins: Génétique et sélection - Productivité et qualité, dans le domaine pharmaceutique l'intérêt portera sur les colorants alimentaires et surtout sur les molécules pharmacologiquement actives.

Dans le cadre de ce travail, nous exposons les premiers résultats relevant de l'aspect Biologie des populations et portant sur une Labiée : *Thymus*.

Nous espérons mettre à la lecture la deuxième partie strictement phytochimique très prochainement.

## PRESENTATION DU PROBLEME CHIMIQUE ET BIOLOGIQUE

### 1.1. LE THYM PLANTE DOMESTIQUE ET INDUSTRIELLE

Le genre *Thymus* appartient à la famille des Labiées qui comprend plus de 200 genres et 3000 espèces réparties sur tous les continents et dans les milieux les plus divers. Cette famille est particulièrement bien représentée sur la rive Sud du bassin méditerranéen (Algérie, Maroc, Tunisie) où elle constitue par sa richesse une des originalités de la flore herbacée subligneuse. Cette appartenance méditerranéenne a été pour nous un des premiers critères de choix.

Les plantes de cette famille possèdent un caractère histochimique et histophysiologique important: la présence de glandes cellulaires accumulant des huiles essentielles aromatiques. De cette propriété dépend la valeur économique de ces plantes tant dans le domaine des plantes médicinales que des plantes condimentaires ou plantes à parfum; les plus connues d'entre elles sont: la lavande (*Lavandula* sp) la menthe (*Mentha* sp), le romarin (*Rosmarinus* sp), le Thym (*Thymus* sp) etc... C'est cette dernière espèce qui a retenu notre attention pour le présent travail.

En usage culinaire, l'utilisation du thym se fait sous plusieurs formes et sous plusieurs conditionnements: le thym maraicher frais, des détaillants en fruits et légumes, thym sec, ayant subi une épreuve de séchage préalable permettant sa conservation en

flacons dont le contenu est destiné aux grillades, huile essentielle, extraite du matériel végétal et utilisée comme aromatisant.

En usage médicinal, l'industrie pharmaceutique a su créer près d'une centaine de spécialités dans lesquelles entre le thym; bien que les principes actifs responsables ne soient pas connus, les propriétés décelées pour la plante se regroupent ainsi:

- propriété anthelminthique: l'essence de thym a des propriétés antiparasitaires, le thymol étant un agent vermifuge connu depuis longtemps, l'essence brute de thym étant préconisée contre les coccidioses;

- propriété antispasmodique: le thymol est un principe très énergique controlant le rythme de la contraction musculaire; il est aussi un excellent calmant de la toux et des irritations du pharynx;

- propriété antiseptique: l'huile essentielle empêche le développement des germes pathogènes;

- propriété digestive: le thym agit à divers stades du processus digestif: il est aperitif, stomachique (en aidant au travail de l'estomac), carminatif (résorption des gaz intestinaux), cholérétique (stimulant de la sécrétion biliaire), diurétique (facilitant l'élimination des toxines d'origine alimentaire).

En usage cosmétique, l'emploi du thym est classique dans la constitution des parfums, la parfumerie trouve également dans l'huile essentielle du thym une composante antiseptique et cicatrisante dans les produits destinés aux soins de beauté.

## 1.2. THYM ET LES AUTRES VOIES DU METABOLISME SECONDAIRE

Si, parmi les grandes classes de métabolisme secondaire, les terpenes ont reçu une attention tout particulièrement dans le cas du thym, cette voie du métabolisme Acetate-Mevalonate n'est pas seule à s'exprimer chez cette espèce, et nous pouvons même penser

que pour importante que soit l'expression terpénique du thym, celle-ci n'explique pas la totalité des propriétés que nous avons reconnu à cette espèce.

Les travaux de VAN-DEN BROUCKE (1983) ont montré tout récemment qu'une autre famille du métabolisme secondaire pouvait être impliquée dans les qualités pharmacologiques: les composés phénoliques.

Les composés phénoliques: nous les avons retenu pour notre étude, car ils nous ont semblé tout à fait homologues et complémentaires du métabolisme terpénique. Nous illustrerons ce point de vue par 4 observations.

1. Les composés phénoliques sont source de variation parce qu'ils reposent sur une très forte diversité structurale; c'est en effet par milliers d'édifices moléculaires que s'exprime chez les plantes vertes, cette voie du métabolisme phénolique qui prend naissance sur l'intermédiaire shikimate. Cette diversité et cette variabilité ont été exploitées dans bien d'autres cas et de manière fructueuse: ISMAILI, 1982 (Graminée Arrhénaterum); JAY et GORENFLOT, 1980 (Graminée phragmites); REYNAUD, 1980 (Légumineuses Lotus et Lathyrus) VANENDE, 1984 (Salicaceae Populus); ARDOUIN, 1985 (Graminée Dactylis) et BOYET, 1983 (Graminée Orizeae).

2. Les composés phénoliques sont génétiquement stables; Les travaux précédemment cités ont en effet montré que qualitativement et quantitativement, la réponse métabolique était inchangée lorsque l'on comparait des récoltes dans la nature, des récoltes issues de graines et des récoltes issues de bouture.

3. Comme pour le métabolisme terpénique, le métabolisme phénolique a un caractère adaptatif et si sa diversité potentielle est le résultat classique de mutations et d'hybridations, sa diversité réelle résulte de filtre que la sélection naturelle exerce sur les

potentialités intrinsèques de telle sorte que l'expression phénolique de chaque individu doit être considérée comme la résultante entre génôme et pression de sélection.

4. Les composés phénoliques sont chimiquement stables ce qui est un atout essentiel pour la validité et fiabilité des résultats de l'étude phytochimique.

### 1.3. PROBLEMATIQUE PHYTOCHIMIQUE (PHENOL) DU THYM

Le premier aspect de notre problématique est d'ordre strictement phytochimique. En effet, le genre *Thymus* n'a fait l'objet que de quelques contributions au plan de sa composition polyphénolique: W. CHRISS (1980); T. ADZET; F. MARTINEZ (1981); VAN-DEN BROUCK et LEMLI (1983).

Il nous a paru intéressant d'approfondir l'étude de la composition polyphénolique de cette espèce dans la mesure où les identifications publiées ne couvrent guère que 25% de ce que nous croyons être la carte phénolique de *Thymus* et dans la mesure où les modèles moléculaires risquent de nous conduire à des structures nouvelles pour la littérature phytochimique.

Le deuxième aspect de notre problématique est d'ordre biologique.

A la lumière des résultats de PASSET sur les terpènes, JAY, ARDOUIN; VANENDE sur les phénols, il nous a semblé important d'apprécier le métabolisme phénolique de cette espèce dans toute sa diversité en vue de rechercher les corrélations entre expression phénolique et conditions stationnelles, entre expression phénolique et biologie de la reproduction.

Le troisième aspect de notre problématique ne sera pratiquement pas abordé dans cette étude initiale et n'en constitue pas moins un guide pour notre entreprise au plan général.

Il s'agit de relier composition phénolique et propriétés culinaires, pharmaceutiques et cosmétologiques de façon à proposer des modèles molécules responsables de telles activités, à la chimie de synthèse qui pourra poursuivre notre travail dans une voie plus appliquée et industrielle.

## 2. LES STATIONS DE RECOLTE

9 Stations de récolte ont été retenues.

*Thymus hirtus* a été échantillonné dans 7 stations: El euch, Chettaba, Batna, Aris, El Kantara, Ain smara, El Aria.

*Thymus ciliatus* provient de la station de Ain el Grab;  
*Thymus algeriensis* de Djebel Megress.

Les caractéristiques stationnelles de ces divers sites ainsi que le type de végétation sont précisées dans le tableau N° 1 .

## 3. METHODE D'ECHANTILLONNAGE

Les récoltes ont été faites en Mai 1984 à l'époque de pleine floraison des individus des 3 espèces.

Le choix des individus à l'intérieur des stations est effectué après une supervision générale de façon à rendre compte le mieux possible de la microgéographie stationnelle, chaque individu fait l'objet d'un prélèvement de jeunes poussés feuillues pour un poids total d'environ 4 grammes de matière fraîche; Les feuilles sont immédiatement mises à sécher à la température ambiante.

Le matériel sec pulvérisé est ensuite stocké jusqu'au moment de l'analyse.

Le tableau N° 2 précise pour chaque station le nombre d'individus récoltés et analysés, ainsi que l'espèce étudiée.

Tableau 1: Données bioclimatiques à propos des stations de récolte

REGION		N°	ALTITUDE (1) (mm)	PLUVIOMETRIE (1) (mm/an)	M°C(2)	m°C(2)	M-m(2)	FORMATION VEGETALE
Bordj B.A.	El euch	1	902	600.800	35,6	0,7	34,9	Steppe à armoise
Bousaada	Ain el grab	2	1080	200.300	37,1	3,7	33,4	Forêt dégradé
Constantine	Chettaba	3	1316	800.900	32,8	2,9	30,5	Forêt de pin d'Alep
Batna	Batna	4	1040	400.500	33,3	0,9	32,4	Forêt de pin d'Alep
Aris	Aris	5	1100	400.500	32,1	0,9	31,3	Forêt de pin d'Alep
Biskra	El Kantara	6	513	200.300	36,3	3,0	33,3	Rocailles
Constantine	Ain Smara	7	900	500.600	32,8	2,9	30,5	Forêt de pin d'Alep
Sétif	Djebel Megriss	8	1800	800.1000	32,5	0,4	32,1	Rocailles maquis dégradé
Constantine	EL Aria	9	900	500.600	32,8	2,9	30,5	Rocailles maquis dégradé

M°C = température du mois le plus chaud

m°C = température du mois le plus froid

(1) carte pluviométrique d'Algérie (CHAUMONT et PAQUIN, 1971)

(2) climat de l'Algérie (SELTZER, 1946)



Tableau 2: Espèces, nombre d'individus récoltés et nombre d'individus analysés pour les 9 stations

N° STATIONS	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Espèce	hirtus	cialleus	hirtus	hirtus	hirtus	hirtus	hirtus	algériensis	hirtus
Nombre d'individus récoltés	12	14	12	12	12	2	15	12	14
Nombre d'individus analysés	5	10	8	8	5	2	5	10	8

## II. ETUDE PHYTOCHIMIQUE DES FLAVONOIDES

### 1. ANALYSE PHYTOCHIMIQUE EN BIOLOGIE DES POPULATIONS

La problématique consiste à développer un protocole simple sur des échantillons de l'importance de 1gr de matière sèche donnant l'image la plus exacte et définie possible de la carte individuelle du métabolisme flavonique ici étudié; l'image de la population sera rendue par l'analyse séparée de 10 individus, l'image de l'espèce par le plus grand nombre possible de population, l'échantillonnage pourra éventuellement être complétée si un problème biologique majeur apparaît.

Le protocole est fait de 4 étapes.

#### 1.1. EXTRACTION

Les flavoïdes sont extraits du matériel végétal par macération type "décocte" dans un mélange Ethanol - Eau dans les proportions 8-2 pendant 48 heures avec un renouvellement de solvant chaque 24 heures. Les macérations hydroalcooliques sont réunies et évaporées à sec sous pression réduite.

Les résidus secs sont repris par de l'eau bouillante (200 ml).

#### 1.2. APPROPRIEMENT

Après décantation à froid, le surnageant est récupéré et ensuite affronté par divers solvants organiques.

- acétate d'éthyle: solvant préférentiel des monoglycosides (3 X 50 ml);
- n Butanol: solvant préférentiel des di-triglycosides (2 X 50 ml).

Les phases acétates d'éthyle et n Butanol sont évaporées à sec sous pression réduite, reprises par du méthanol et stockées dans des tubes à hémolyse (évaporation à l'air libre).

### 1.3. DIAGNOSTIC

#### a. Chromatographies bidimensionnelles

Pour avoir des empreintes flavoniques des différents échantillons, on réalise des chromatographies bidimensionnelles sur plaques de polyamides DC 6 perfectionnées au laboratoire. Les solvants de migration sont constitués de systèmes solvants faisant appel à l'eau, éthanol, benzène, méthyléthylcétone, acétylacétone, acide acétique, éther de pétrole. Dans notre cas 2 systèmes solvants ont été utilisés:

- Première dimension organique sensible au squelette flavonique (C 15)

Bz / Me OH / M<sub>e</sub> COEt : 4/3/3/ (V/V/V)

ou Bz / E.P / MeOH / M<sub>e</sub> COEt : 60/10/10/10 (V/V/V/V) (X2)

- Deuxième dimension aqueuse sensible aux sucres de conjugaisons (nombre et nature ).

H<sub>2</sub>O / ETOH / n BuOH / ac OH : 60/20/25/2.

ou H<sub>2</sub>O/M<sub>e</sub> COEt/MeOH / acetylacétone : 13/3/3/1.

#### b. Chromatographie liquide haute performance : CLHP

La chromatographie liquide haute performance a déjà été utilisée pour l'analyse des composés phénoliques plus particulièrement pour la classe des flavoïdes: JAY et LEBRETON (1970); JAY et GORENFLOT (1980).

Les composés analysés sont soit des aglycones de flavones, flavonols soit des glycosides.

### 1.3. DEPOUILLEMENT

### III. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

#### 1. Le pattern phénolique et diversité génétique de *Thymus ciliatus*, *Thymus algeriensis* et *Thymus hirtus*

##### 1.a. Diagnostic sur CCM bidimensionnelles

Un premier diagnostic nous a permis de voir que les phases acétate d'éthyle d'une part et n.butanol d'autre part obtenues successivement de l'extrait brut des feuilles de thym, n'avaient pas la même composition. D'un strict point de vue flavonique, la phase acétate d'éthyle apparaît la plus homogène, la plus pure et la plus riche; la phase butanol montre quelques composés spécifiques et entraîne beaucoup d'impuretés.

Au cours de cette première étude phytochimique du genre *thymus*, nous nous intéresserons uniquement à la phase acétate d'éthyle. Afin de visualiser le chimisme phénolique de nos échantillons (individus), nous avons effectué des chromatographies bidimensionnelles sur un échantillonnage limité. Ce diagnostic permet de montrer une variation plutôt d'ordre semi-qualitatif que quantitatif: C'est le reflet de la balance métabolique et gène de régulation.

##### 1.b. Chromatographie liquide haute performance: CLHP

Il nous a semblé judicieux de développer ce diagnostic CCM sur CLHP qui allait nous donner accès à des données quantitatives fiables et précises. La technique développée selon le protocole décrit précédemment a conduit à une matrice de données faites de 61 lignes ou plantes-individus et 25 colonnes ou caractères chimiques.

Le dépouillement de cet ensemble de résultats a été réalisé avec l'aide de l'informatique et plus particulièrement des méthodes de l'analyse multivariée de type composantes principales.

Chaque ligne des caractères est amenée à la valeur 100 et chaque caractère élémentaire exprimé en % du total. Le traitement mathématique résoud le problème sous la forme d'une distribution multifactorielle des points individus, les premiers axes facteurs emportant l'information la plus significative.

Tableau 3: Importances respectives des divers axes facteurs

Axe facteur	%	de la variance de la matrice des données
N° 1		34
N° 2		16
N° 3		12
N° 4		10

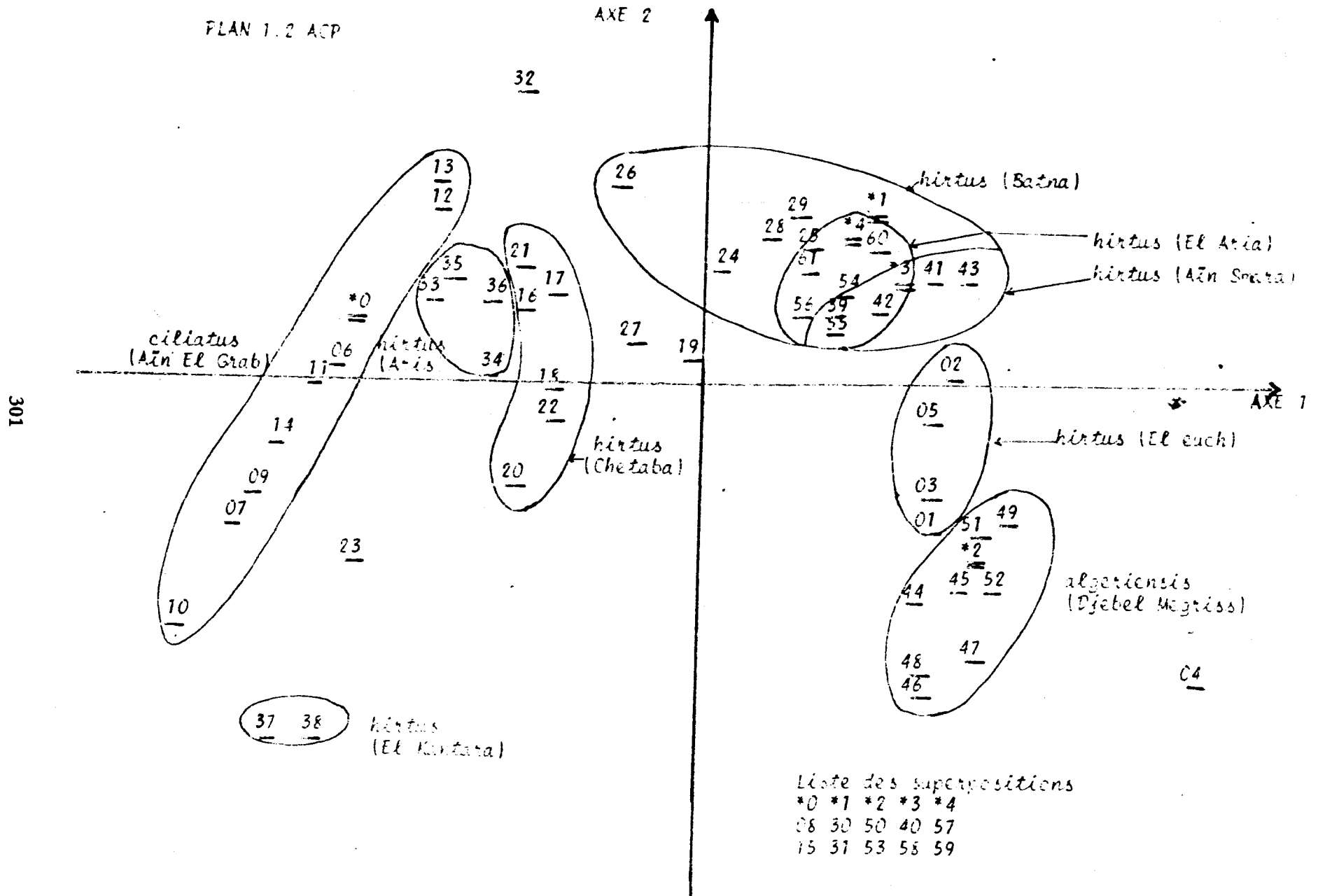
Une proximité de points individus souligne une affinité métabolique donc une probable parentée.

Les résultats sont représentés dans la figure (1.1) selon l'ordination par rapport aux axes facteur 1 et 2 qui représentent 50% de la variance de la matrice, soit un poids hautement significatif.

Nous présentons également en figure (1.2) les résultats selon l'ordination 1/3.

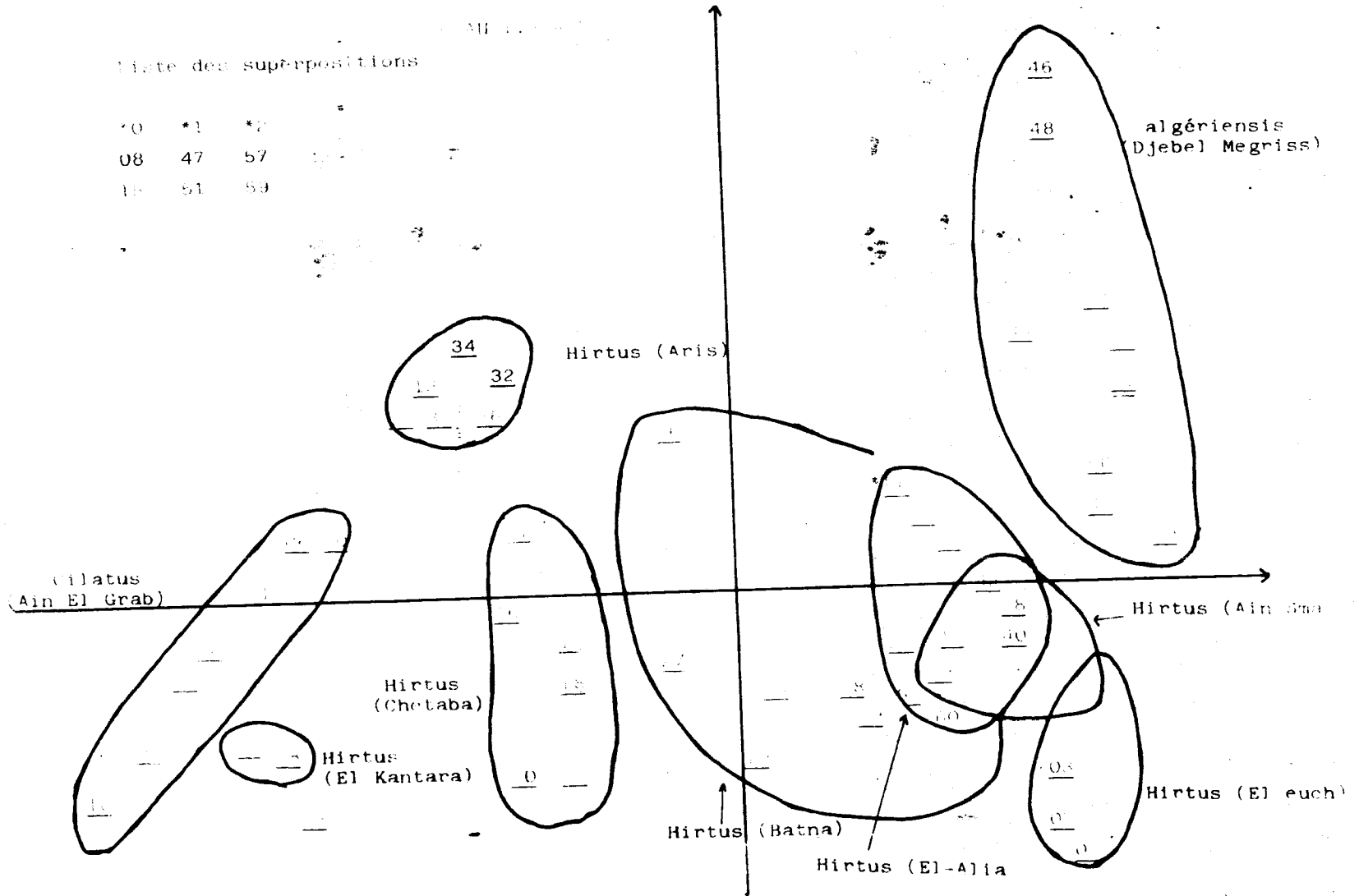
Fig. 14

PLAN 1.2 ACP



Liste des superpositions

*0	*1	*2
08	47	57
18	51	59



### III. D I S C U S S I O N

*Thymus ciliatus* est représenté par une seule population dont les 10 individus sont originaires de Aïn El Grab (Bousaada). Tant par ses nuages de points-individus sur les ordinations 1/2 et 1/3 que par ses distances moyennes inter-individuelles, cette population apparaît très hétérogène dans sa définition biochimique polyphénolique. Malgré cette hétérogénéité intrinsèque, cette population de *Thymus ciliatus* reste très individualisé par rapport aux huit autres populations de notre collection.

*Thymus algeriensis*, autre taxon représenté par une seule population dont les 10 individus sont originaires de Djebel Megriss (Sétif) apparaît assez homogène dans le plan factoriel 1/2.

La prise en compte de l'axe-facteur N° 3 montre que dans les 12% de représentativité de cet axe, la population *Thymus algeriensis* trouve une source importante de variabilité comme en témoigne par exemple la distance moyenne entre ces individus (la plus forte de notre collection).

Il est à souligner aussi, comme pour *Thymus ciliatus*, la population représentative de *Thymus algeriensis* est très bien individualisée, quel que soit le plan factoriel considéré.

Le problème devient encore plus intéressant avec *Thymus hirtus* que nous avons échantillonné au niveau de 7 populations ou stations différentes géographiquement.

Le caractère plus ou moins homogène de ces diverses populations ressort nettement des deux ordinations et du tableau de calcul. Les populations d'El Euch et Arris paraissent les plus homogènes; à l'inverse la population originaire de Batna est la plus hétérogène; quant aux stations Aïn smara, El Aria, Chettaba montrent un degré de diversification intermédiaire.



L'individualisation de ces 7 populations est plus ou moins marquée. Le plan factoriel 1/2 permet d'individualiser les populations El Kantara et El Euch.

Le plan factoriel 1/3 personnalise les populations Arris et Chettaba. Quant au station Aïn Smara, El Aria , leurs représentants sont englobés dans ceux de la population de Batna.

Il en ressort de ces observations que la variabilité génétique de *Thymus hirtus* paraît indéniable; en outre cette variabilité est organisée, en effet:

a. On constate sur les ordinations 1/2 et 1/3 l'isolement de la population El Kantara de *Thymus hirtus*; celle-ci se rapproche étroitement de la population Aïn EL Grab (Bousaada) de *Thymus ciliolatus*. Or, il s'agit dans les 2 cas de stations situées à la limite entre le climat méditerranéen semi-aride et le climat méditerranéen saharien (aride).

b. Les populations de *Thymus hirtus* issues des stations Aïn Smara, El Aria, Batna montrent une grande affinité puisque non dissociable ni sur l'ordination 1/2 ni sur l'ordination 1/3. Or, ces 3 populations se situent dans une même zone bioclimatique semi-aride fraîche.

c. Bien que nettement individualisés, on assiste à un regroupement des *Thymus* des hauts plateaux: population de Djebel Megriss (Sétif) pour l'espèce algériensis et population EL Euch (Bordj Bou Arréridj) pour l'espèce *hirtus* . Sans parler d'affinité puisqu'il s'agit d'espèces différentes (d'après QUEZEL et SANTA , 1963), nous avons dans ce rapprochement le témoignage d'une réponse métabolique commune aux pressions de sélection qu'exerce le climat particulier: climat méditerranéen subhumide.

d. La proximité des populations d'Arris et Chettaba est particulièrement nette. C'est peut-être le rapprochement le plus inattendu vu l'éloignement géographique des 2 populations; ce voisinage traduit-il lui aussi l'expression métabolique de niches écologiques comparables.

L'organisation générale qui se dégage de ces ordinations sur la base d'une expression du métabolisme flavonique, nous montre qu'au sein du genre *Thymus* se sont développés trois axes de diversification évolutive et adaptative. Chaque axe correspond à la mise en place d'un schéma de régulation métabolique, schéma semblant apporter réponse aux pressions de sélection d'un milieu particulier; les trois réponses métaboliques exprimées peuvent être correlées à des tendances différentes du climat méditerranéen en Algérie.

- climat méditerranéen saharien
- climat méditerranéen semi-aride
- climat méditerranéen sub-humide

Par rapport à ces trois réponses essentielles, on peut définir un groupe de transition entre la tendance saharienne et la tendance semi-aride englobant les populations Arris et Chettaba de *Thymus hirtus*.

Une telle lecture de l'ordination permet de donner une signification écophysiological aux axes facteurs 1 et 2 qui se sont révélés de loin les plus importants.

Le long de l'axe 1: les populations de *Thymus* se répartissent selon un gradient d'humidité; à gauche les populations des milieux secs, à droite les populations des milieux plus humides.

Le long de l'axe 2: s'individualisent sur la partie positive de l'axe, les populations issues de forêt, dans la partie négative les populations provenant de roches nues et entre ces

deux extrêmes, les populations des forêts dégradées.

Il semble donc que le long de l'axe 2, c'est le type de formation végétal (ou axe de dégradation) qui préside à l'individualisation des populations.

Comme cela a déjà été souligné, l'axe facteur 3 permet de révéler une certaine diversité du taxon *Thymus algeriensis*. Nous notons aussi que ce même axe individualise très nettement la population Arris de *Thymus hirtus*. Ces deux observations ne sont peut être pas sans relation mais le manque de données stationnelles (orientation, nature de la roche mère, groupements végétaux) ne nous permettent pas de nous prononcer quant à la signification de l'axe 3.

En conclusion de ce traitement factoriel initial de nos résultats phytochimiques relatifs au genre *Thymus*, en Algérie, il nous apparait clairement que les réponses métaboliques révélées par l'analyse CLHP s'organisent d'une part par rapport à des aspects phytosociologiques et chronologiques (type de formations végétales).

#### B I B L I O G R A P H I E

- ADZET T.; GRANGER R.; PASSET J., 1981. Le polymorphisme chimique dans le genre *Thymus*: sa signification taxonomique: *Biochemical systematic and Ecology*. 5, PP 226 - 272.
- GRANGER R. et PASSET J., 1971. *Thymus vulgaris* spontanée de France: races chimiques et chemotaxonomie. *Phytochemistry*. 12 p. , 1683 - 91.
- GRISEBACH H. et HAHLBROCK K., 1975. Biosynthèses of flavonoids in "the Flavonoïds". J.B. HARBORNE; T.J. MABY. Eds Chapman et all. LONDON. PP 866 - 915.
- HARBORNE J.B., 1967. *Comparative biochemistry of the flavonoïds*. Ac. Press. LONDON.

- ISMAILI A., 1982. Contribution biochimique à l'étude biosystématique du genre *archenotermum* Beauv. (GRAMINEE).  
Thèse Doct. Spec. LYON.
- JAY M. et LEBRETON-PONCET, 1970. Analyse factorielle et chimio-taxinomie: Application aux flavonoïdes des saxifragacées. Extrait de biométrie - Praximétrie 11 N° 1.
- JAY M. et GONET J.F.; VOIRIN B., 1975. Sur l'analyse qualitative des aglycones flavoniques dans une optique chimiotoxinomique. *Phytochemistry*, 14. PP 1605 - 1612.
- JAY M. et GORENFLOT (1980): Premières observations relatives à la variation dans l'expression du métabolisme flavonique chez le phragmites australis. *Rev. Gen. Bot.* 87, P. 261-74.
- MAC LUNE, 1975. Physiology and functions of flavonoids in the flavonoids. J.B. Harborne. T. J. MABRY. Eds Chapman. LONDON. PP 970 - 1055.
- MARKHAM K.L., 1982. Techniques of flavonoids identification. Academic Press, LONDON.
- REYNAUDJ; BLAISE; JAY M. et CARTIER D., 1982. Réponse du métabolisme flavonique à la pression de sélection du milieu sur divers population de *Lathyrus pratensis*. *Taxon*, 31. P. 684 - 90.
- RIBEREAU et GAYON P., 1968. Les composés phénoliques des végétaux Eds DUNOD PARIS.
- VAN DEN BROUCKE, 1983. Spasmolytic activity of the flavonoids from *Thymus vulgaris*. *Pharmaceutisch weekblad scientifie. Edition*, 5. PP 9 -24.
- VERNET Ph., 1976. Analyse génétique de la variabilité de *Thymus vulgaris* L. (LABIEE). Thèse d'Etat. Univ. MONTPELLIER.
- WOLLEN WEBER; FAURE BOUNVIN; JAY M., 1978. A novel type of flavonoids flavonoid Esters from fern exudates. *Z. Naturforsch.* 33c, P. 831 - 5.