

ESSAI D'INTRODUCTION D'UNE INDUSTRIE DE LA BERGAMOTE AU MALI

par R. HUET*

Institut français de Recherches fruitières Outre-Mer

ESSAI D'INTRODUCTION D'UNE INDUSTRIE DE LA BERGAMOTE AU MALI

par R. HUET (IFAC)

Fruits, oct. 1970, vol. 25, n° 10, p. 709-715.

RESUME - Un essai d'introduction de la bergamote au Mali a donné des résultats négatifs. L'influence des conditions climatiques est analysée. Seuls les fruits mûrissant à contre saison donnent une essence dont la teneur en esters est satisfaisante. L'auteur propose une explication.

Peu après son accession à l'indépendance, le Gouvernement malien créait à Bamako le Centre malien de Recherches fruitières et en confiait l'animation à l'Institut français de Recherches fruitières (1962). Les agents en place avaient pour mission de développer les cultures fruitières existantes et d'implanter des espèces nouvelles susceptibles de créer des ressources supplémentaires. C'est dans ce but que MULAT (IFAC) introduisit des plants de bergamotier provenant de l'ex-Station centrale de Recherches de l'IFAC en Guinée. Les travaux réalisés sur cette Station depuis 1952, par une équipe de l'IFAC sous l'impulsion de SCHWOB avaient permis de sélectionner deux clones dénommés 9L et 10L fournissant une huile essentielle aux caractéristiques excellentes (4). L'étude que nous présentons résulte d'une étroite collaboration entre le Centre malien de Recherches fruitières et le Laboratoire des Huiles essentielles et arômes de l'IFAC.

Bamako, capitale du Mali, située entre le 12ème et le 13ème parallèle, à plus de 700 km de l'océan, possède un climat tropical caractérisé par une saison sèche rigoureuse de novembre à avril et une saison des pluies dont la pointe se situe en août.

La floraison des bergamotiers se déclenche en fin de saison sèche dès l'apparition des premières pluies. Mais elle n'est pas homogène et de nombreuses floraisons apparaissent à contre saison. De sorte que la récolte principale des fruits se situe en janvier mais que l'on trouve des fruits pratiquement toute l'année.

La production des clones 9L et 10L du CNRF de Bamako est analysée régulièrement dans notre laboratoire depuis 1965. La première campagne 1965-1966 ne nous avait donné que des résultats partiels car, après un premier échantillonnage en août 1965, la récolte n'avait été reprise qu'en décembre pour se terminer en février 1966.

La campagne 1966-1967 a été observée avec plus de continuité de septembre 1966 à juin

* Exposé présenté à la XVème Journée de l'Aromatique.
LOURMARIN - 23 mai 1970.

Relevé météorologique 1968-1969
C. N. R. F. - I. F. A. C. Bamako

| Mois | Pluviométrie | | Températures extérieures 5 cm au-dessus du sol | |
|----------------|------------------|--------------------|---|--------|
| | Hauteur en mm | Nombre de jours | mini | maxi |
| 1968 - octobre | 67,8 | 5 | 19,06° | 42,48° |
| novembre | 0,7 | 1 | 14,14° | 44,07° |
| décembre | 0 | 0 | 11,99° | 43,43° |
| 1969 - janvier | 0 | 0 | 9,99° | 44,17° |
| février | 0 | 0 | 13,1° | 45,1° |
| mars | ? | ? | | |
| avril | 1,6 | 1 | 23,9° | 38,8° |
| mai | 47,2 | 5 | 25,1° | 38,3° |
| juin | 93,5 | 14 | 23,6° | 34,8° |
| juillet | 214,9 | 17 | 22,1° | 30,8° |
| août | 267,2 | 15 | 21,1° | 39,0° |
| septembre | 161,8 | 15 | 23,5° | 41,4° |
| octobre | 137,2 | 17 | 19,2° | 39,6° |

1967. On a alors remarqué que la qualité de l'essence devenait optimale en février-mars. Ces observations ont été confirmées au cours de la campagne 1967-1968 ; mais il n'y a pas eu d'échantillonnage en juillet et c'est justement à cette époque que l'on observe une discontinuité dans la teneur en esters de l'huile essentielle.

Pour la première fois, d'octobre 1968 à octobre 1969, la production a été suivie régulièrement. Nous allons exposer les résultats de ces observations et en tirer les conclusions.

ÉCHANTILLONNAGE

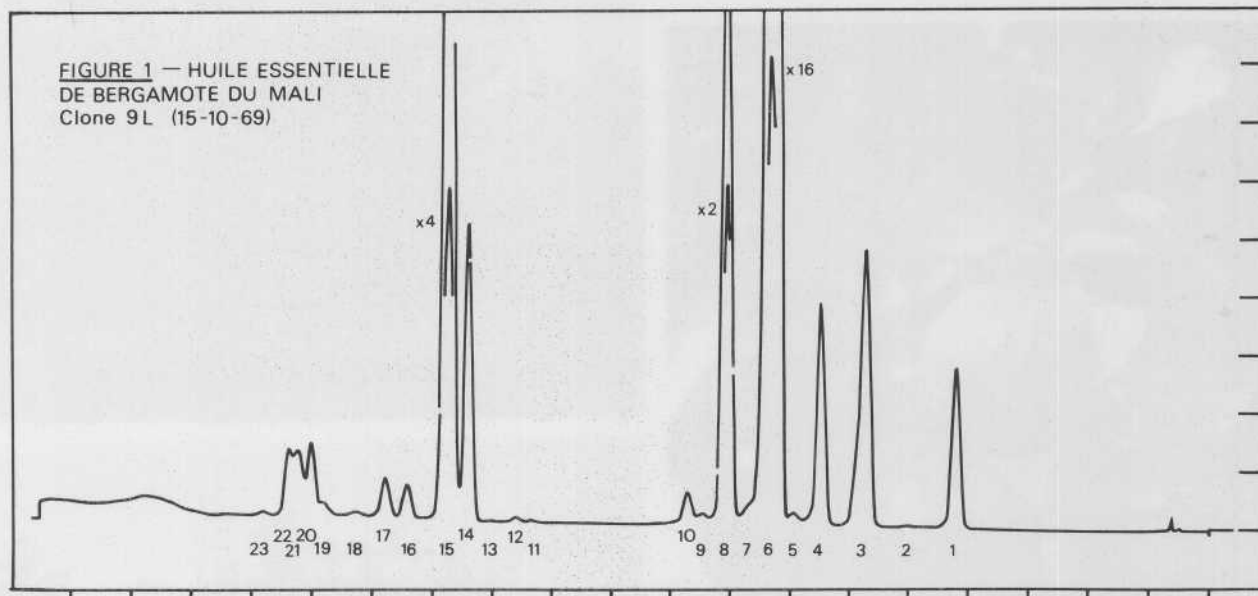
La récolte des fruits et l'extraction de l'essence par le procédé à l'aiguille (IFAC - SCHWOB), ont été réalisées régulièrement tous les 15 du mois, d'octobre 1968 à octobre 1969. Les essences décantées, filtrées ont été emballées en estagnons de 100 ml et expédiées par avion à notre laboratoire de Versailles où elles ont été analysées dans les jours qui suivaient.

ANALYSES

Après examen organoleptique de l'essence, on a mesuré suivant les méthodes AFNOR l'indice de réfraction, la densité, le pouvoir rotatoire, l'indice d'acide, la teneur en esters, le résidu fixe. Par ailleurs, un profil de l'essence a été obtenu par chromatographie en phase gazeuse en température programmée linéaire (ex fig. 1) ; la teneur en alcool libre, linalol, a été mesurée par normalisation interne (pic 14 du chromatogramme 1).

Ces analyses physico-chimiques ont été complétées par des analyses spectrales ; le spectre infrarouge de l'essence totale a été tracé avec un spectrographe Perkin Elmer 157 à double faisceau. Le spectre obtenu en quelques minutes donne des indications utiles sur la teneur en alcools libres, bande à 2,85 microns, et sur le rapport esters/hydrocarbures par le rapport des absorbances à 12 et à 12,5 microns.

Le spectre UV tracé de 220 à 360 millimicrons au moyen d'un spectrographe enregist-



treur, Beckman DK reflète la composition de l'essence en certains constituants non volatils, bergaptène, citroptène, bergamotine, 7 méthoxy 5 géranoxy coumarine. L'intérêt des mesures d'absorbance à $312 \text{ m}\mu$ et de la valeur CD devient évident quand on sait que ces mesures sont adoptées comme critères de pureté en Italie, premier producteur mondial d'essence de bergamote.

RÉSULTATS

L'huile essentielle de bergamote renferme

de très nombreux composants ; on en a dénombré plus de 50. Mais, trois d'entre eux constituent à eux seuls plus de 90 p. cent de son volume. Ce sont un hydrocarbure terpénique, le limonène, un alcool tertiaire, le linalol et son ester, l'acétate de linalyle. On peut dire que les mesures physiques, densité, indice de réfraction, pouvoir rotatoire, résultent de la moyenne de ces trois constituants ; chacun étant affecté d'un exposant proportionnel à son pourcentage dans l'essence.

Constantes physiques du d limonène, du l linalol et de l'acétate de linalyle:

| | IR $^{20}_D$ | D_4^{20} | α_D^{20} |
|---------------------|--------------|---------------|-----------------|
| d limonène | 1,4750 | 0,8403 | + 126°08 |
| l linalol | 1,461-1,467 | 0,8622-0,8733 | - 20°7 (15°C) |
| acétate de linalyle | 1,450 | 0,8998 | - 7°42 |

On comprend ainsi que plus l'indice de réfraction et le pouvoir rotatoire sont faibles, plus l'essence est riche en composés oxygénés et pauvre en limonène et plus la densité est élevée.

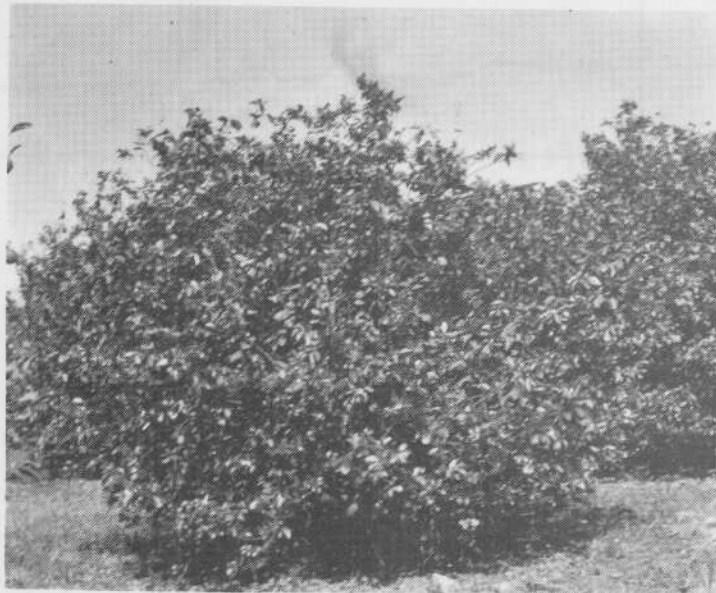
Les résultats analytiques sont exprimés par les graphiques 2 à 10.

On remarque que d'une manière générale, les graphiques obtenus avec le clone 9L sont plus réguliers que ceux qui représentent l'évolution du clone 10L. On peut en déduire que la plantation de 9L est plus homogène.

C'est ainsi que le clone 9L présente une teneur maximale en alcool entre janvier et fé-

BERGAMOTIERS

En haut : en saison sèche
En bas : en saison des pluies.

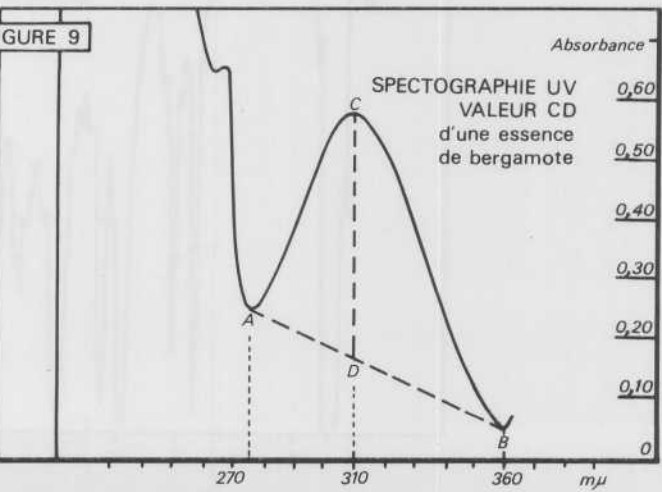
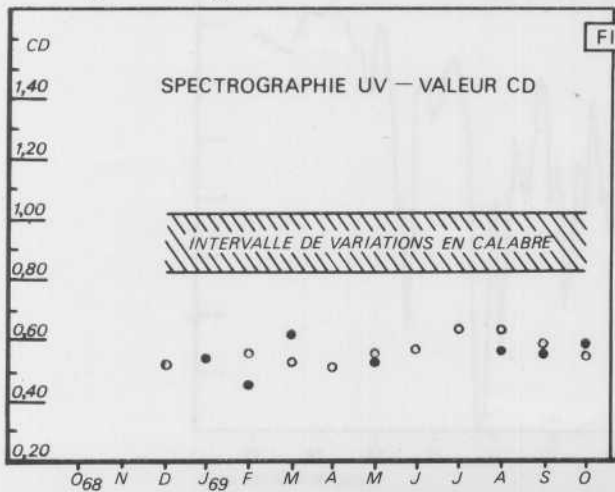
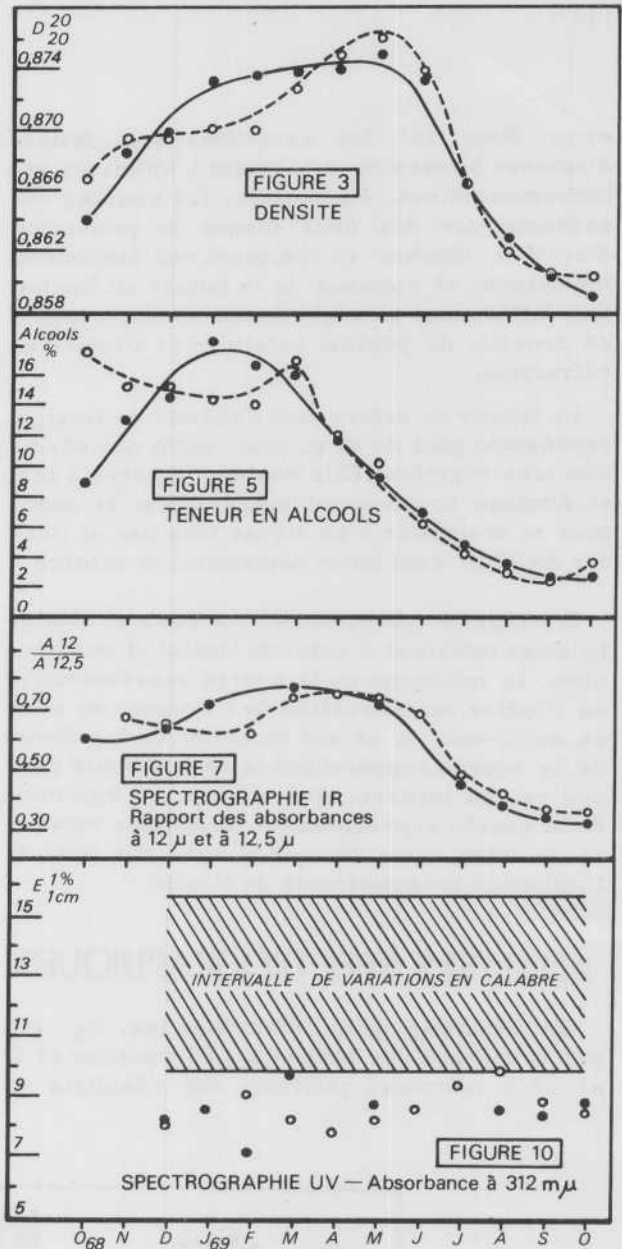
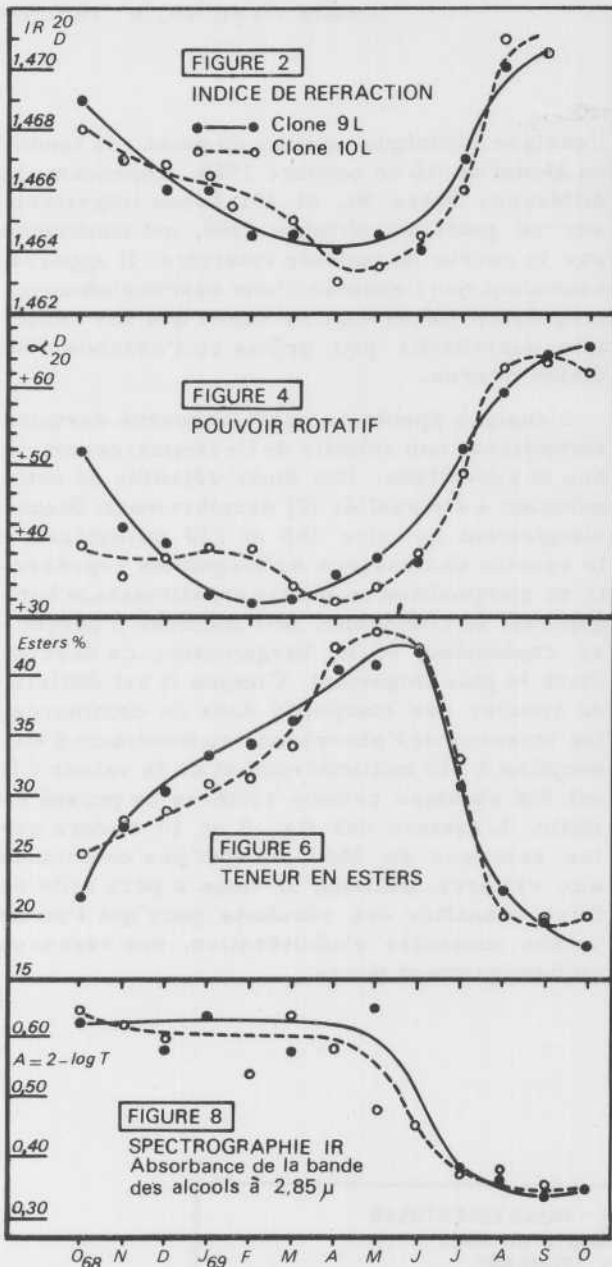


BERGAMOTES

En haut : en saison sèche
En bas : en saison des pluies.

Flours de bergamotiers. ▶





vrier. Pour 10L les variations sont faibles d'octobre à mars et se tiennent à un niveau relativement élevé. Par contre, les courbes représentatives des deux clones se confondent d'avril à octobre et indiquent une diminution importante et continue de la teneur en linalol. Ces différences se répercutent sur les courbes de densité, de pouvoir rotatoire et d'indice de réfraction.

La teneur en esters dont l'acétate de linalyle représente plus de 98 p. cent, subit une variation très régulière. Elle double d'octobre à mai et diminue brutalement entre juillet et août ; pour se maintenir à un niveau très bas de l'ordre de 20 p. cent entre septembre et octobre.

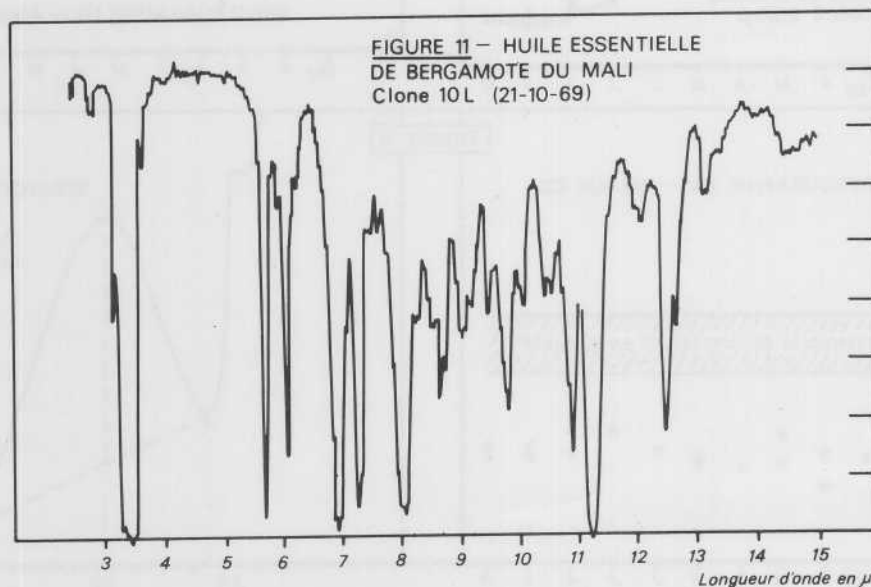
L'indice de réfraction de l'acétate de linalyle étant inférieur à celui du linalol et du limonène, le minimum de la courbe représentative de l'indice de réfraction de l'essence se situe en avril-mai. Il en est de même du maximum de la courbe représentative de la densité pour une raison inverse. Par contre, le minimum de la courbe représentative du pouvoir rotatoire se situe entre février et avril par suite de l'influence prépondérante du linalol.

ANALYSES SPECTROGRAPHIQUES

La spectrographie infrarouge (ex. fig. 11), par la mesure des bandes à 2,85 microns et 12 et 12,5 microns, confirme les résultats de

l'analyse chimique sauf en un point : la teneur en alcool de 9L en octobre 1968. Cependant, la différence entre 9L et 10L assez importante sur ce point en octobre 1968, est confirmée par la courbe du pouvoir rotatoire. Il apparaît cependant que l'examen d'une essence en spectrographie infrarouge ne donne que des résultats quantitatifs peu précis en l'absence d'un étalon interne.

L'analyse spectrale en UV concerne certains composants non volatils de l'essence, coumarines et psoralènes. Une étude détaillée de cette question a été publiée (2) dernièrement. Disons simplement qu'entre 360 et 220 millimicrons le spectre de l'essence de bergamote représente sa composition en quatre constituants, le bergaptène, le citroptène, le 7 méthoxy 5 géranoxy coumarine, et la bergamotine, ce dernier étant le plus important. Comme il est difficile de trouver ces composés dans le commerce, les mesures de l'absorbance au maximum d'absorption à 312 millimicrons et de la valeur CD ont été choisies comme critères de pureté en Italie. L'examen des fig. 9 et 10 montre que les essences du Mali ne sont pas conformes aux critères italiens. Il nous a paru utile de faire connaître ces résultats pour que l'on ne puisse suspecter d'adultération, des essences authentiquement pures.

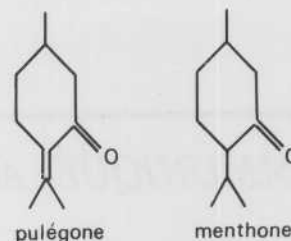


CONCLUSION

Sur le plan technologique, d'un intérêt immédiat, cette étude nous apprend que les variations de la teneur en esters et alcools des bergamotes de Bamako sont telles que l'essence n'est commercialisable que de février à mai. Avant février la teneur en esters est trop faible, inférieure à 35 p. cent, et après mai la teneur en alcools devient inférieure à 10 p. cent. Les critères de pureté tels qu'ils ont été définis en Italie par les chimistes de la Station expérimentale de Reggio de Calabre, ne conviennent pas aux essences du Mali dont la teneur en coumarines et psoralènes se situe à un niveau inférieur.

Les variations saisonnières de la composition de l'essence demandent une explication.

Déjà LA FACE d'après GUENTHER (1) avait remarqué que les étés chauds et secs en Calabre favorisaient la formation des esters et les étés humides celle des hydrocarbures terpéniques. Une tentative d'explication nous a été suggérée par les hypothèses de LOOMIS (3). Cet auteur a étudié l'influence de la température sur la biosynthèse des terpènes de la menthe poivrée. Il a exposé 2 lots de menthe en pots à 25°C pendant la journée. Un des lots était maintenu à 25°C durant la nuit, l'autre subissait alors une température de 8°C. LOOMIS a observé que les nuits chaudes favorisaient la formation des composés oxydés comme la pulégone, et les nuits froides celle des composés réduits comme la menthone. Il a proposé l'explication suivante : à la lumière les photosynthates engendrés par l'assimilation chlorophyllienne fournissent des substrats respiratoires aux glandes à huile essentielle et maintiennent les coenzymes respiratoires à l'état réduit.



Dans le noir les substrats respiratoires servent à la respiration et à la croissance ; les températures élevées accélèrent les réactions. Quand les substrats respiratoires sont consommés, les coenzymes respiratoires retournent à l'état oxydé et l'oxydation des monoterpènes reprend.

Un raisonnement similaire peut servir à expliquer les variations saisonnières de l'essence de bergamote du Mali. Les variations de températures moyennes sont trop faibles pour être mises en cause. Mais on peut penser qu'en saison sèche les stomates des feuilles se ferment pour résister à l'évaporation ; les échanges gazeux sont donc réduits et il y aurait moins de substrats respiratoires formés pendant le jour qu'en hivernage. A l'obscurité ils sont rapidement consommés et les coenzymes respiratoires passent à l'état oxydé ; d'où la formation prédominante de composés oxygénés.

L'abaissement de la teneur en linalol à partir du début de la saison sèche s'explique par le vieillissement de l'écorce. On sait qu'une forte teneur en linalol est une caractéristique de l'essence de fruits jeunes et de fruits dont l'écorce a conservé des caractères de jeunesse grâce au climat, comme en Côte d'Ivoire. au Mali, la sécheresse hâte le vieillissement de l'écorce et contribue à la diminution progressive de la teneur en linalol.

Ce phénomène se superpose à celui que nous avons exposé précédemment.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 - GUENTHER (E.). The essential oils. *D Van Nostrand Company Inc.*, vol. III, p.268
- 2 - HUET (R.). Absorbance dans la région ultraviolette du spectre des huiles essentielles de Côte d'Ivoire et du Mali. *Fruits*, vol. 25, n° 1, p. 5-10, 1970.
- 3 - LOOMIS (W.D.). Biosynthesis and metabolism of Monoterpenes. In *Terpenoids in Plants*. *J.B. Pridham Acad. Press.*, 1967, p. 76-77.
- 4 - SCHWOB (R.). L'essence de bergamote de la Guinée française. *Industrie de la Parfumerie*, vol. 8, n° 10, 1953, p. 369-373, n° 11, p. 406-409.