

VITICULTURE EN REGION TROPICALE POUR LA PRODUCTION DE RAISIN DE TABLE

Aspects et possibilités

B. AUBERT*

VITICULTURE EN REGION TROPICALE POUR
LA PRODUCTION DE RAISIN DE TABLE
ASPECTS ET POSSIBILITES.

B. AUBERT (IFAC)

Fruits, Jul.-aug. 1972, vol. 27, n°7-8, p. 513-537.

RESUME - Le troisième Symposium international d'Horticulture tropicale et subtropicale, tenu dans le Deccan à Bangalore (Etat de Mysore) du 8 au 12 février 1972 a été l'occasion de visites de plusieurs vignobles indiens des régions de Poona et Bangalore, ainsi que de discussions avec les chercheurs indiens, thaïlandais et même japonais. On examine les possibilités de viticulture en zone tropicale et subtropicale, l'éventualité d'une adaptation des cépages indiens à d'autres pays tropicaux, notamment à l'Afrique de l'ouest au sud

du Sahara.

Les conclusions sont en faveur d'essais de viticulture en zone tropicale, notamment dans les types de climats suivants :

- zone semi-aride à saison pluvieuse s'étendant sur quelques mois,
- zone tropicale humide et chaude,
- zone fraîche d'altitude.

Pour chacun de ces cas, les espèces ou groupes d'espèces ayant donné les meilleurs résultats sont dans le même ordre :

- les *Vinifera orientaux*
- les *Vinifera occidentaux*
- les *hybrides américains*.

La viticulture dans les climats sans hiver, déjà florissante en Inde et en Thaïlande, pourrait se développer dans les années à venir grâce à l'utilisation de nouvelles sélections clonales.

INTRODUCTION

L'Inde est sans conteste le pays où se situent actuellement les plus importants vignobles de la zone tropicale. Si l'on exclut la partie nord du sous-continent, de caractère tempéré, à savoir les provinces de Jammu-Kashmir, du Punjab, de l'Haryana et de l'Himachal Pradesh, la superficie du vignoble tropical indien couvrait en 1968 7.500 hectares, donnant une production de 167.000 tonnes de raisins frais, soit un rendement moyen de 22 t/ha (OLMO, 1970).

Cette production représente un peu moins de la moitié de la viticulture mondiale tropicale.

Aux dernières estimations (1971) ces mêmes surfaces viticoles étaient passées à 11.000 hectares. En outre l'utilisation rationnelle des engrais, des fongicides et de certaines substances de croissance (principalement l'acide gibbérellique qui provoque un accroissement notable des baies), permettent d'obtenir couramment aujourd'hui des rendements de 40-50 t/ha.

A titre d'exemple, le prix 1969 décerné au meilleur vignoble du Deccan est revenu à une parcelle d'*Anab-e-Shahi* (*V. vinifera*) de la région d'Hyderabad (Andra Pradesh) ayant produit 80 t/ha.

Si les raisons de ce succès sont à mettre à l'actif de l'amélioration des techniques viticoles, il n'en reste pas moins que l'obstacle majeur à surmonter était de provoquer la mise à fruit, sur une plante originaire des régions «tempérées - chaudes», en l'absence de repos hivernal.

Cette difficulté a été résolue grâce à un système de double taille annuelle, où les deux fonctions fondamentales de la vigne :

- la différenciation sexuelle des bourgeons et la maturation du bois d'une part
- la maturation du fruit d'autre part

sont conduites à des époques différentes choisies en raison de leurs caractéristiques climatiques. La séparation de ces deux fonctions est de règle en zone semi-aride mais seulement facultative en région équatoriale humide et chaude.

Il n'est pas facile de déterminer depuis combien de temps cette technique est appliquée. Ce qui est probable, c'est une introduction de l'espèce *Vitis vinifera* d'Iran et d'Afghanistan en Inde du nord vers la fin du 14^e siècle au moment des invasions mogholes. La viticulture se serait ensuite étendue progressivement en Inde du sud au fur et à mesure de la conquête musulmane. Le succès de la viticulture indienne est remarquable si on le compare aux nombreuses tentatives d'introduction de cépages européens dans les régions chaudes d'Amérique et d'Afrique, entre-

* - Centre de Recherches C.D.C., EKONA p.o. Tiko Cameroun occidental.



Photos 1 et 2. Bel exemple de vignoble indien : ferme d'état d'Uruli Kanchan (60 km de Poona). La variété cultivée ici est **Madras Kishmish**, type voisin de **Thompson Seedless**.

Chaque grappe a subi un traitement à l'acide gibberellique 50 ppm. Remarquer le système de bassin pour l'irrigation par gravité. Photo prise début février 1972. Production minimum escomptée 25 t/ha de raisins frais.

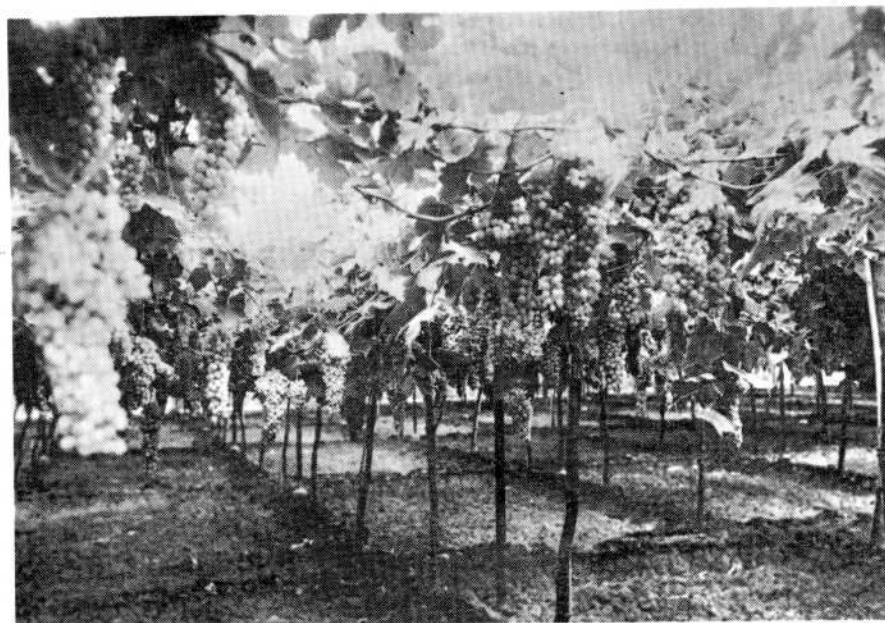
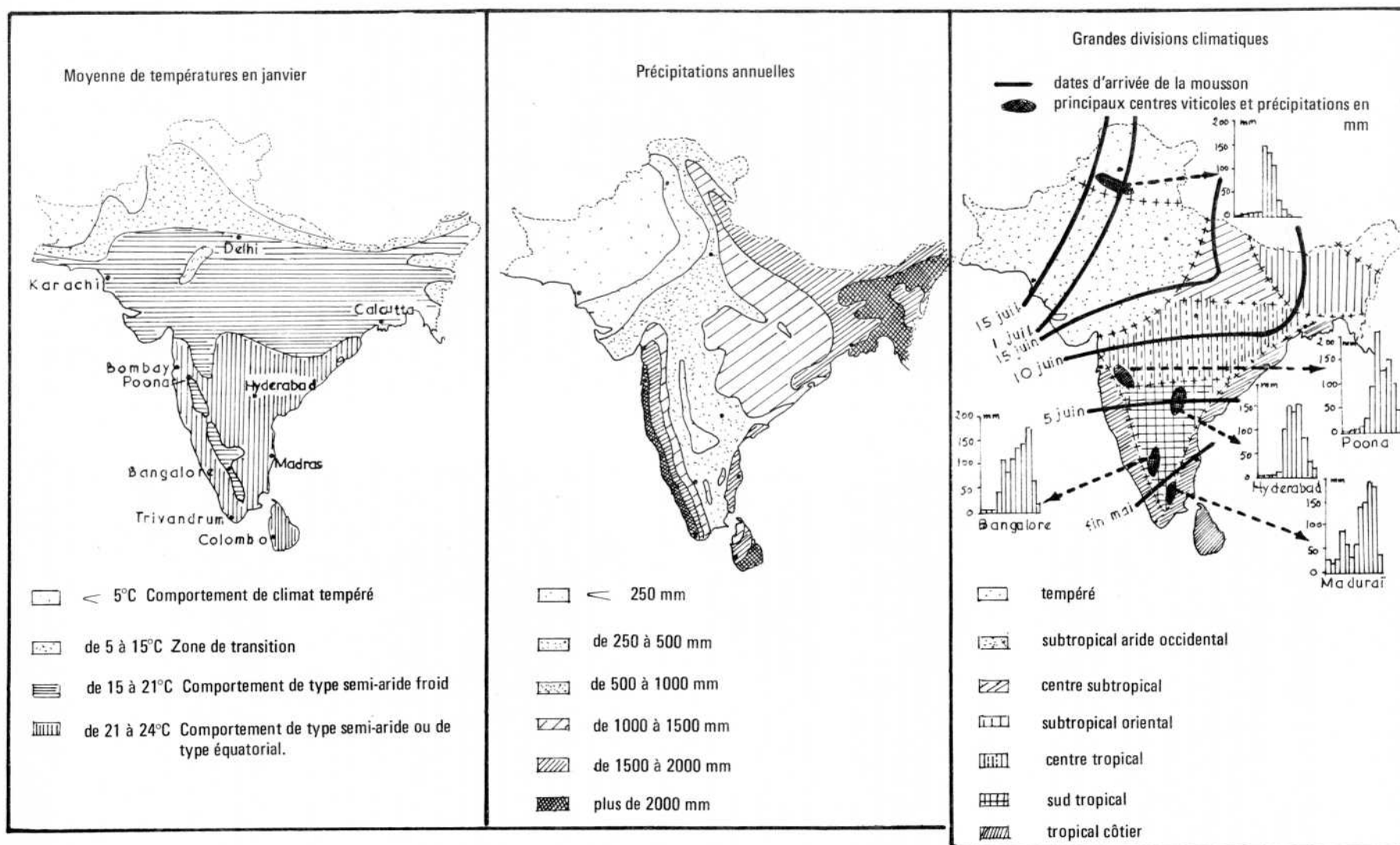


FIG. 1. QUELQUES DONNÉES CLIMATIQUES ET PRINCIPAUX CENTRES VITICOLES DU SOUS-CONTINENT INDIEN.



prises dès le 15^e siècle, et ayant connu le plus souvent une fortune diverse.

Dans quelles mesures les méthodes mises au point en Inde sont-elles transposables à d'autres régions tropicales, notamment à la zone semi-aride de l'Afrique au sud du Sahara, où la vigne est restée très peu cultivée ? Ces méthodes sont-elles en accord avec les récentes découvertes enregistrées en matière de bioclimatologie viticole ? Quelle importance faut-il attribuer au matériel génétique utilisé ?

Ces différentes questions doivent être successivement étudiées si l'on veut dresser un bilan des éventuels avantages ou inconvénients de la viticulture en région tropicale.

PROBLEMES VARIÉTAUX

Avant d'aborder le problème des exigences climatiques de la vigne, il importe de bien définir préalablement le matériel végétal sur lequel on travaille. En effet pour l'espèce *Vitis vinifera* originaire des régions tempérées sèches d'Europe et d'Asie, NEGRUL 1968, distingue trois grands groupes :

- le groupe «*occidentalis*» originaire d'Europe, résistant au froid, à grappes, feuilles et baies de taille moyenne. La forme des grappes est généralement **cyindrique**,
- le groupe «*orientalis*» peu résistant au froid, à grappes volumineuses, larges feuilles, et grosses baies (photo 3). La forme des grappes est **rameuse**,
- le groupe «*pontica*», intermédiaire entre les deux précédents.

Nous retiendrons dans ce qui suit, cette classification de NEGRUL qui a l'avantage d'être commode, mais nécessite toutefois quelques explications. RIVES 1971, pense avec NEGRUL que les premières variétés de «*vinifera*» cultivées étaient des hermaphrodites naturels originaires d'Asie, plus spécialement des zones refuges du Caucase et de l'Afghanistan. Ces hermaphrodites présentaient en règle générale le système de soudure des pétales responsable de la fécondation autogame. Il a été démontré sur de nombreuses variétés (de blé notamment) que l'autogamie favorise rapidement l'adaptation d'une population aux conditions du milieu, grâce à la sélection continue des hybrides accidentels (l'autogamie fonctionne rarement de manière absolue) et leur fixation par homozygotie. L'autofécondation conduit en effet au cours des reproductions à élever la proportion d'homozygotes.

En Europe des populations spontanées de *Vitis vinifera* subsp. *silvestris* sont attestées par des preuves paléontologiques. Elles ont suivi les grandes périodes de glaciation. Il s'agissait de plantes dioïques.

Les variétés cultivées hermaphrodites n'y sont apparues que récemment (environ 1500 avant J.C., LEVADOUX 1956), très probablement par **introgression** de gènes d'*orientalis* sous l'action de l'homme.

A cause de son origine dioïque, le groupe «*occidentalis*» présente un taux d'hétérozygotie élevé, les techniques de

multiplication végétative ayant fixé très tôt des clones de greffes ou de boutures. L'amélioration génétique ne peut se faire ici que par un grand nombre de croisements (il faut castrer les fleurs hermaphrodites) et la sélection des nouveaux hybrides. Si l'autofécondation est utilisée il y aura une perte de vigueur par suite d'une diminution du phénomène d'hétérosis.

Pour les *orientalis* un taux élevé d'homozygotie permet de se contenter de l'autogamie naturelle. On peut de ce fait isoler rapidement des sujets intéressants par mise en culture des graines. Cependant certaines vignes d'*orientalis* sont autostériles. C'est le cas notamment de PANDHARI SAHEBI qui a fourni quelques sélections intéressantes grâce aux travaux de CHEEMA 1928 et de PHADNIS 1970.

Les résultats obtenus par les chercheurs indiens indiquent que c'est en utilisant des clones d'*orientalis* et accessoirement d'*occidentalis* que l'on a le plus de chances d'obtenir des variétés adaptées aux régions chaudes.

Il existe d'autres espèces de vignes cultivées. *Vitis labrusca* par exemple est originaire des régions humides de l'Amérique du Nord. *Vitis amurensis* est rencontrée dans les régions froides de l'Asie orientale, alors que *Vitis caribaea* a son biotope dans la zone humide d'Amérique centrale et d'Amérique du sud.

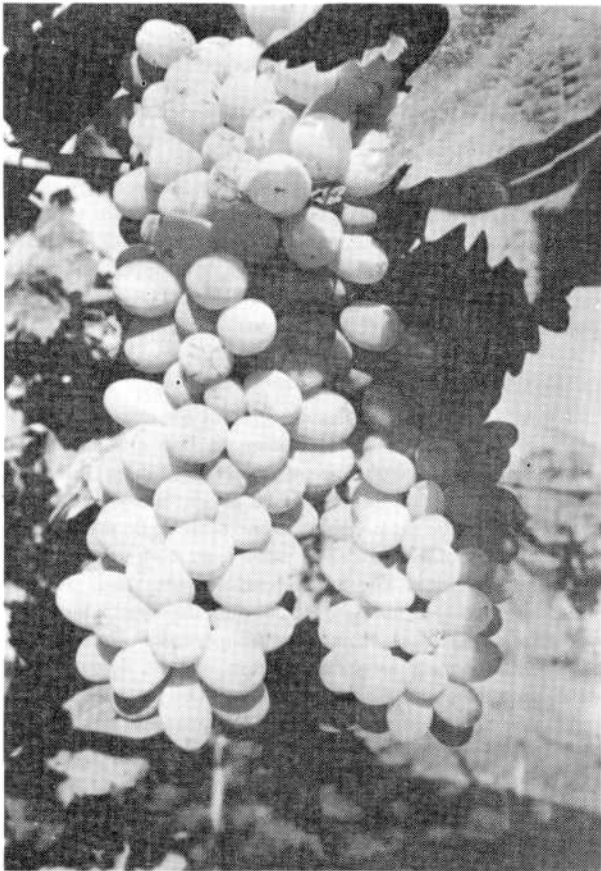
Il est évident que le comportement de ces différents groupes ou variétés diffère sensiblement sur le plan de la résistance au froid, de l'aptitude à l'entrée en dormance, de la résistance aux maladies etc.

Tout ce matériel génétique est loin d'avoir été exploité jusqu'ici, et l'espèce *Vitis vinifera* groupe *occidentalis* constitue à elle seule la majeure partie du vignoble mondial actuel. Dans le domaine de la sélection génétique en vue de l'adaptation aux régions chaudes il faut mentionner, les tentatives suivantes :

- un programme d'hybridation réalisé en Floride du Sud a conduit récemment à sélectionner des hybrides prometteurs adaptés aux climats chauds, appartenant au groupe des Muscadines (*Vitis rotundifolia*) lesquelles se distinguent par leur autostérilité (diocécie). Puisque l'on met en culture uniquement des pieds femelles, il faut installer quelques pieds mâles ou hermaphrodites en intercalaire pour assurer la fécondation. Il n'existe pas à l'heure actuelle de vignobles de Muscadines, mais simplement des collections.

- il existe des vignobles d'hybrides ou «criollas» en Bolivie, au Vénézuéla et en Equateur, issus de croisements avec les *Vitis* indigènes. La qualité gustative est en général médiocre (goût foxé), mais ils sont plus vigoureux, ont une mise à fruit plus régulière en climat d'altitude et résistent mieux aux maladies, que les «*vinifera*».

- un important travail de sélection portant sur une vingtaine d'espèces et plus de 1.000 variétés est entrepris en Inde depuis quelques années, dans les régions de New Delhi et de Bangalore (RANDHAWA et al 1972, SINGH et al 1972). Il a déjà permis de sélectionner une vingtaine de variétés particulièrement bien adaptées aux régions chaudes et sur lesquelles nous reviendrons ultérieurement.



A

Photo 3. Grappe d'Anab-e-Shahi variété de *Vinifera orientalis* très répandue en Inde.

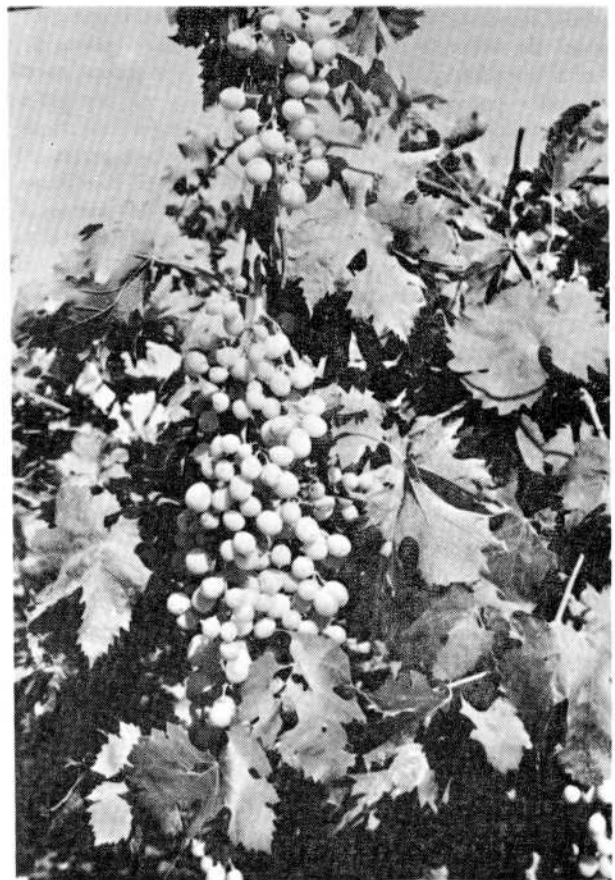
Les baies sont grandes et ellipsoïdes, la peau est fine, la chair ferme juteuse et douce, la saveur neutre.

A - Grappe ayant subi un traitement à l'acide gibberellique 50 ppm.

B - Baies non encore mures n'ayant pas subi de traitement particulier.

Remarquer le type «rameux» de la grappe.

Photos prises début février 1972.



B

Pour ce qui est des vignobles actuellement en production en Inde tropicale ils sont presque tous issus de *Vitis vinifera* à l'exception de la variété «Bangalore blue» qu'il faut ranger dans le type «*labrusca*» (il s'agit très probablement d'un hybride américain). Les autres cépages se répartissent en deux grands groupes :

- des espèces importés appartenant au groupe «*occidentalis*»

Thompson Seedless, Muscat de Hambourg et Perlette sont les plus communs (Maharashtra, Andhra Pradesh, Mysore, Tamil Nadu).

- des cépages d'«*orientalis*» très vigoureux :

Anab-e-Shahi est le plus populaire d'entre eux. Il constitue 95 p. cent des vignobles d'Andhra Pradesh (zone d'Hyderabad). Puis viennent en importance **Bhokri** répandu dans le Maharashtra et **Cheema 7, Cheema 94** deux sélections créées en Inde par le Dr T.S. CHEEMA (photo 4).

Dans ce qui suit on posera comme «a priori» que les exigences climatiques des groupes «*occidentalis*» et «*orientalis*» sont voisines. Ce qui n'est vrai que dans une certaine mesure.

Dans la pratique en effet les systèmes de taille ne diffèrent pas notablement suivant ces deux groupes et leur comportement est identique, sous un climat donné du moins en ce qui concerne les cépages importés, les plus courants. Il n'est pas rare cependant, dans les collections de voir des plants importés dont le comportement est erratique : absence de débourrement aux dates habituelles (photo 5), faible floraison ... Tout se passe comme si le groupe «*occidentalis*» pouvait lui-même être subdivisé en cépages à exigence tempérée stricte et cépages à exigence climatique plus souple. Les viticulteurs indiens ont retenu parmi ces derniers ceux qui fructifient normalement en conditions tropicales. Certes on peut s'attendre dans les années à venir à voir se développer progressivement de nouvelles sélections américaines et indiennes. Mais d'ores et déjà la preuve est faite que la culture de certains *vinifera* est tout à fait possible et rentable dans les régions sans hiver. Les vignobles d'Inde et de Thaïlande offrent de ce point de vue des exemples particulièrement convaincants.

PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES CLIMATIQUES DE L'ESPECE *VITIS VINIFERA*

Les *vinifera* européens et asiatiques se caractérisent par des exigences climatiques très précises. De toutes les productions végétales, la production viticole est l'une de celles pour qui les influences du milieu sont les plus importantes. Les récentes études de bio-climatologie viticole ont fait ressortir certaines lois fondamentales d'action du climat, notamment de la température, sur les phénomènes de dormance, de débourrement, de maturation du bois ou des grappes.

L'influence du milieu ne doit toutefois pas être prise dans un sens absolu. Elle vient se surimposer, en fait, au rythme endogène de croissance et de développement pro-

pre à chaque cépage. Faute de tenir compte de cette nuance importante, il devient difficile d'expliquer le comportement de la vigne en zone tropicale.

Développement de l'appareil végétatif aérien.

Climat tempéré.

Dans les conditions du climat tempéré, le comportement de la vigne évolue de façon cyclique, en étroite relation avec les rythmes saisonniers. On peut retenir ici les différentes étapes de la croissance et du développement telles qu'elles sont données par BOUARD et POUGET 1971, pour les cépages de la région de Bordeaux.

- Prédébourrement et débourrement.

L'éclatement des écailles recouvrant les «yeux latents» suivi de l'apparition de la bourre, a lieu en mars-avril. C'est la phase de débourrement proprement dite. On considère qu'elle est réalisée lorsque 10 p. cent des yeux latents sont ouverts. Elle est précédée d'une période de **prédébourrement** qui commence début janvier, au cours de laquelle l'action thermique, due au réchauffage progressif de l'atmosphère, «est cumulative et conduit irréversiblement au débourrement». La somme des températures journalières est constante pour un même cépage, chacun d'eux possédant un rythme végétatif particulier. On peut de ce fait prévoir la date approximative de débourrement (BOUARD et POUGET, 1971).

L'oeil latent situé sur la face dorsale du sarment (fig. 2), se développe seulement l'année qui suit sa formation, sauf désordre physiologique comme la chlorose (POUGET, 1965). Sa constitution est complexe. Il se compose d'un bourgeon principal flanqué d'un ou deux bourgeons secondaires. Le bourgeon latent donne naissance au **rameau primaire** ou **pampre**.

- Croissance du rameau primaire.

La croissance du rameau primaire se poursuit jusqu'en juillet-août. Ce rameau est porteur de feuilles, de vrilles, de fleurs (donc de raisins) et de **rameaux secondaires** ou **entrecœurs** (encore appelés **prompt-bourgeons** ou **anticipés**). Ces derniers prennent naissance à l'aisselle des feuilles sur la «face ventrale» (fig. 2). Les entrecœurs de la base sont généralement les seuls à présenter un aoûtement et à subsister après la chute des feuilles.

- Dormance et aoûtement.

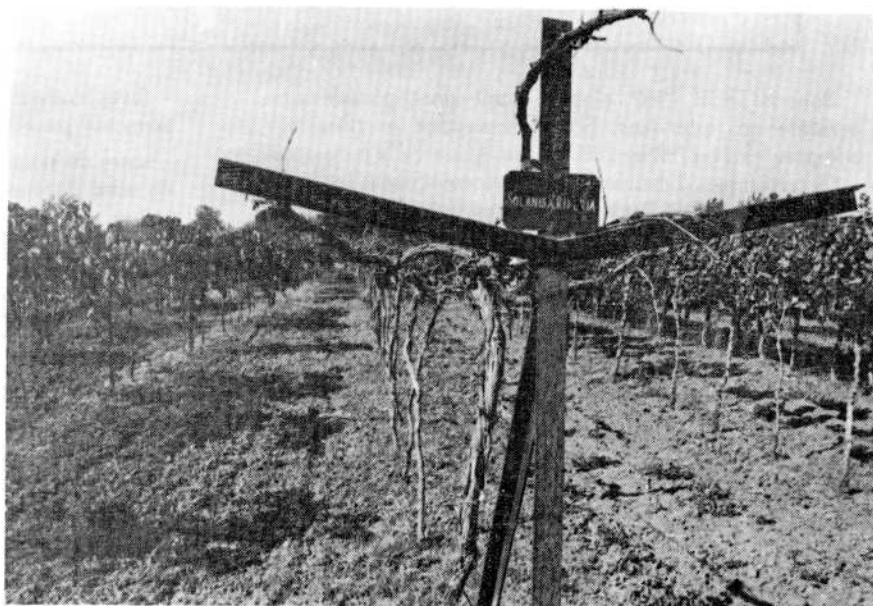
Fin juillet début août, le bourgeon apical du sarment primaire cesse toute activité méristématique et ne tarde pas à se dessécher. L'entrée en dormance est progressive : elle débute à la base du sarment primaire et se poursuit vers le sommet.

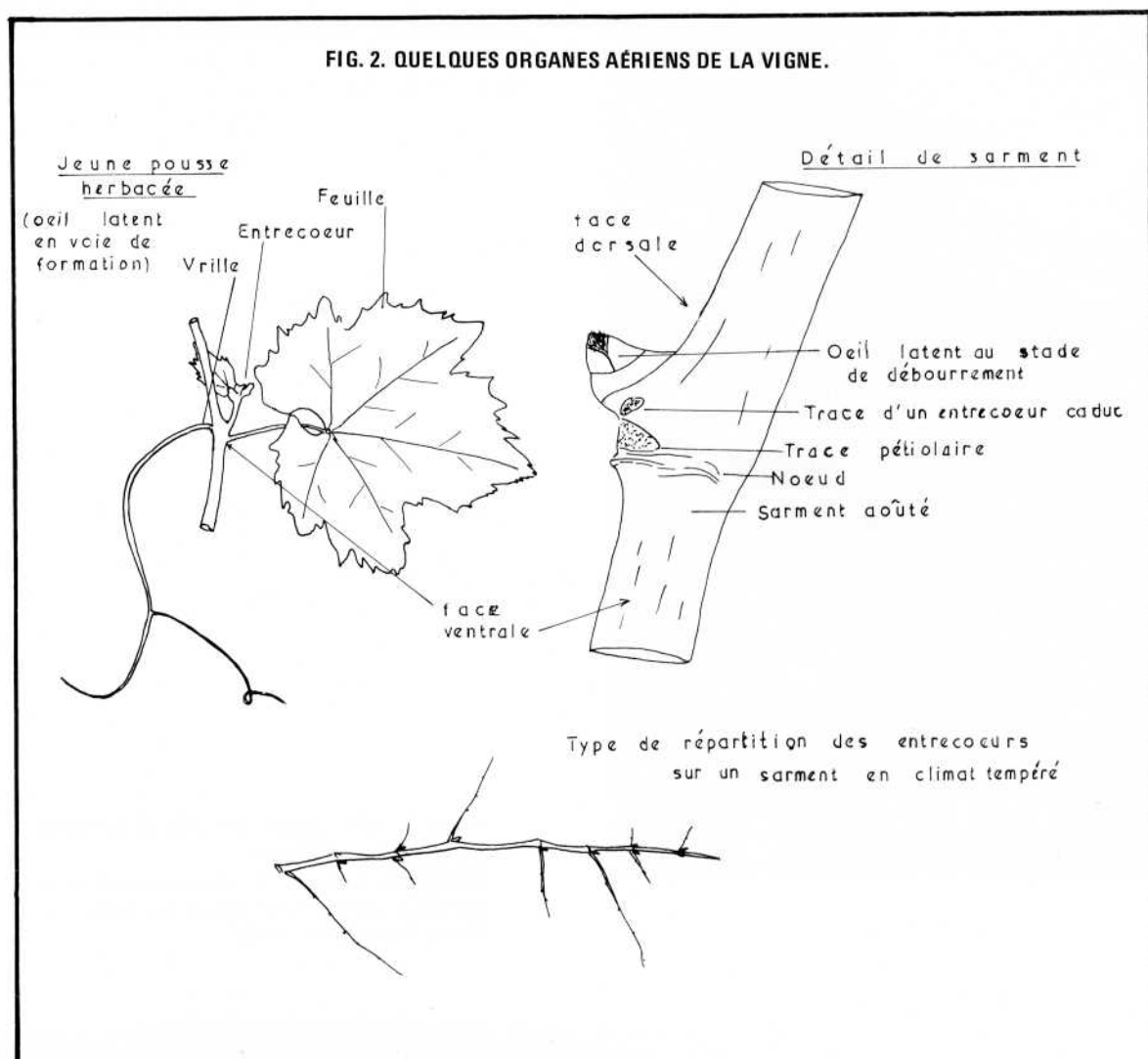
NIGOND 1968, après avoir étudié les modalités d'installation de la dormance sur **Aramon** et **Carignan** cultivés dans la région de Montpellier, pense qu'une température journalière moyenne voisine de 15°C provoque l'entrée en dormance. Au-dessus de 18°C il n'a pas été constaté d'arrêt de croissance.



Photo 4. Autre *Vinifera orientalis* à grappe rameuse : Cheema 7.
Poona début février 1972.

Photo 5. Aperçu de la collection de la Station expérimentale de Poona.
Remarquer l'absence de débournement après la taille d'octobre sur le cépage du centre.
Poona début février 1972.





Pour NITSCH 1967, c'est le couple photopériode-température qui intervient. Si la température nocturne est comprise entre 17°C et 24°C en jours courts, la croissance est interrompue. Lorsque les jours raccourcissent les feuilles synthétiseraient l'acide abscissique, substance inhibant le développement des bourgeons.

L'aoûtement, comme son nom l'indique, démarre en août. Il est lui aussi progressif et commence à la base du rameau primaire. Il s'accompagne de modifications anatomiques et physico-chimiques importantes :

- fonctionnement du phélogène qui entraîne la disparition de tous les tissus extérieurs au liège, et l'apparition de phelorderme (parenchyme à réserves amylacées). Le sarment change de couleur.
- lignification et durcissement du rameau,
- obturation des cribles du liber secondaire par des cals, et épaissement de ces cals au moment de la chute des feuilles,

- forte déshydratation des tissus, la teneur en eau des sarments passe de 90-80 p. cent à 50 p. cent,

- baisse du taux de **glucides solubles** (GS) et augmentation de celui des **insolubles** (GI) (BOUARD 1966). Cet auteur estime que l'aoûtement est terminé lorsque le point M, correspondant à la teneur maximum en GI dans les méritalles (*) est atteint. Ce stade est fugace et suivi rapidement d'une hydrolyse des GI en GS laquelle correspond au suraoûtement.

L'aoûtement est terminé au moment de la chute des feuilles. Il existe un gradient d'aoûtement de la base vers le sommet du rameau. La partie aoûtée du sarment signale un état de «saturation des tissus susceptibles d'effectuer le stockage des glucides insolubles. La portion de tige concernée perd ses capacités de synthèse, elle ne servira plus que de zone de passage pour la sève» (BOUARD 1966).

(*) - Méritalles : entrenœuds.

- Levée de dormance.

Il s'agit là d'une étape capitale, très courte, réalisée au moment des premiers froids automnaux, en une semaine environ.

L'exposition à une température moyenne inférieure à 10°C provoque chez les bourgeons un «seuil d'irréversibilité physiologique» les rendant aptes à débousser de façon rapide et homogène au printemps qui suit.

Il existe d'autres facteurs physiques susceptibles de lever la dormance. POUGET 1963 mentionne la dessiccation des tissus.

En conditions d'anaérobiose l'action de la température sur la vitesse de levée de dormance suit une loi exponentielle dans la gamme de 1 à 40°C. Les valeurs de Q 10 suggèrent une réaction biochimique.

En conditions d'aérobiose les températures doivent être ou basses (inférieures à 10°C) ou très élevées 40-50°C. Les températures élevées agiraient par modification de la structure physique du protoplasme et non par action biochimique (BOUARD et POUGET 1971). Nous verrons que ce dernier mécanisme revêt une grande importance en climat tropical semi-aride.

- Post dormance.

Cette phase correspond au blocage des bourgeons par le froid hivernal jusqu'à l'époque du prédéboussement.

Climat tropical de type semi-aride.

La caractéristique fondamentale de ce climat est sa division en trois saisons : une période de mousson relativement douce, à pluviométrie abondante qui s'étend sur trois à quatre mois, précédée d'un printemps chaud et sec et suivie d'un automne-hiver sec et moyennement chaud. La photopériode varie peu dans le courant de l'année.

Il existe dans tous les continents, aux environs des 20° degrés de latitude nord et sud, de grandes aires semi-arides où la circulation tropicale fondamentale répond à ce schéma : **Deccan, Sud du Sahara, Nord Australien, Caatinga brésilienne, Malawi ...**

Sous ce type de climat, le cycle végétatif de la vigne est moins intimement lié aux rythmes saisonniers qu'en zone tempérée. Les techniques viticoles les plus couramment utilisées dans le **Deccan** (zone de Poona, Hyderabad, notamment) visent à l'obtention d'une récolte annuelle, en séparant artificiellement, grâce à la taille, la maturation du bois et la maturation des grappes. L'absence de températures basses (pas de moyennes thermiques inférieures à 19-20°C - fig. 3) se traduit par une durée de croissance prolongée et une persistance du feuillage. Le refroidissement qui accompagne le passage de la mousson semble suffisant dans certains cas pour déclencher une dormance légère. Le cycle de croissance et de développement décrit ci-dessous correspond à celui des vignobles de **Poona** et **Hyderabad** où sont cultivés sur une grande échelle des cépages d'origine européenne et asiatique.

- Taille d'avril.

Le démarrage d'un nouveau cycle de production commence en fin avril-début mai, c'est-à-dire peu de temps avant l'apparition de la mousson. Une taille de rabattage sévère est alors pratiquée ne laissant que cinq à sept coursons par bras : fig. 5. (Rappelons que le courson est un sarment taillé à 1 ou 2 yeux. Tout sarment taillé à plus de deux yeux est un **long-bois**). Le vignoble se trouve totalement effeuillé. Cette intervention est dénommée localement sous le terme de «foundation pruning». Elle est pratiquée aussi bien sur les cépages asiatiques que sur les cépages européens. Les coursons ne sont généralement porteurs que d'un seul oeil.

- Croissance du rameau principal ou sarment-maître.

Pendant environ cinq mois (de la mi-mai à la mi-octobre) la croissance des sarments-maîtres se poursuit **sans interruption**. Chaque sarment-maître est issu de l'oeil latent porté par le courson. Sa dimension, en fin de saison des pluies, atteint facilement 4-5 mètres pour les cépages asiatiques et 1-2 mètres pour les cépages européens. Le développement du sarment-maître en climat tropical semi-aride les remarques suivantes :

- sa croissance n'est généralement pas stoppée au bout de 3-4 mois comme en climat tempéré par suite d'un changement de photopériode ou de température. Les températures moyennes ne descendent guère d'ailleurs en-dessous de 24°C, de juin à octobre (fig.3) et ces conditions thermiques ne sont pas favorables à l'entrée en dormance.

- l'aoutement se fait progressivement de la base vers le sommet du rameau,

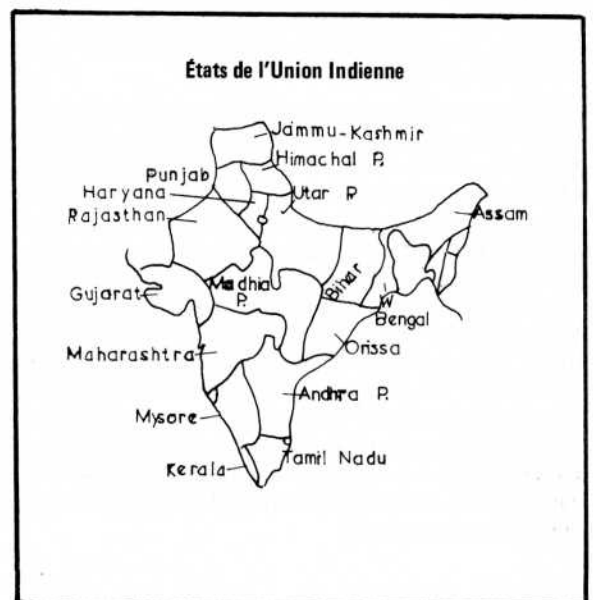
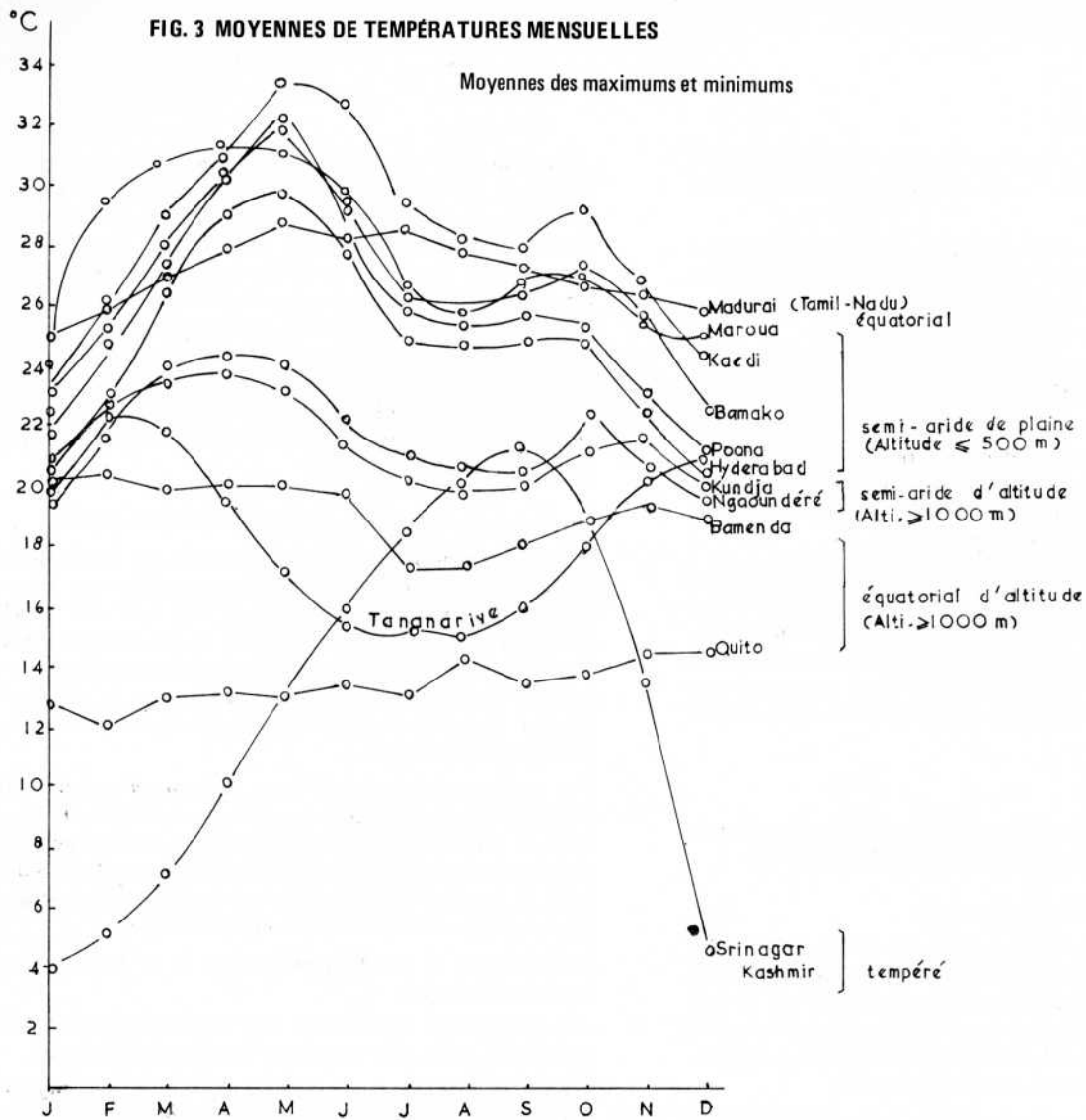
- les grappes qui apparaissent sont systématiquement éliminées à la main, pour «favoriser la maturation du bois»,

- on ignore de quelle façon se fait la répartition des **glucides solubles GS** ou **insolubles GI**, les études étant encore à leur début sur ce point.

- les sarments-maîtres sont porteurs de feuilles, de vrilles, de fleurs et d'un nombre relativement restreint d'entrecoeurs. Le port est en général moins ramifié qu'en climat tempéré. Il est plus typique de celui d'une liane.

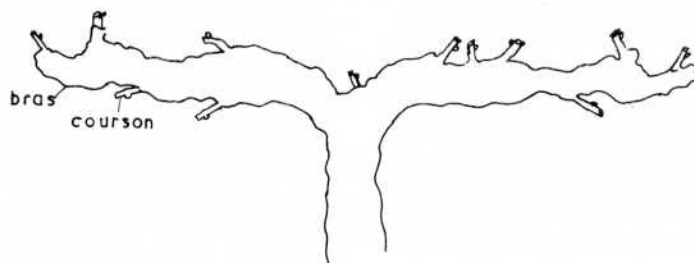
Dans certaines régions côtières arides ou semi-arides du globe, le refroidissement saisonnier de la mousson est accentué par le passage de courants marins froids. On peut alors observer un arrêt de végétation très net. Ainsi le vignoble d'Ica au Pérou, subit une période de dormance en juillet-août lorsque la côte sud-américaine est soumise temporairement à l'influence du courant de Humboldt. Le refroidissement se fait sentir jusque sur les côtes d'Equateur dans la région de Porto-Viéjo où la vigne connaît une courte période de repos végétatif (PANSIOT et LIBERT, 1971).

A la sortie de la mousson, les cépages ont un couvert végétal très fourni. Les sarments-maîtres portent des yeux latents sur la partie aoutée de la base, lesquels vont assurer le développement futur. L'extrémité des sarments peut



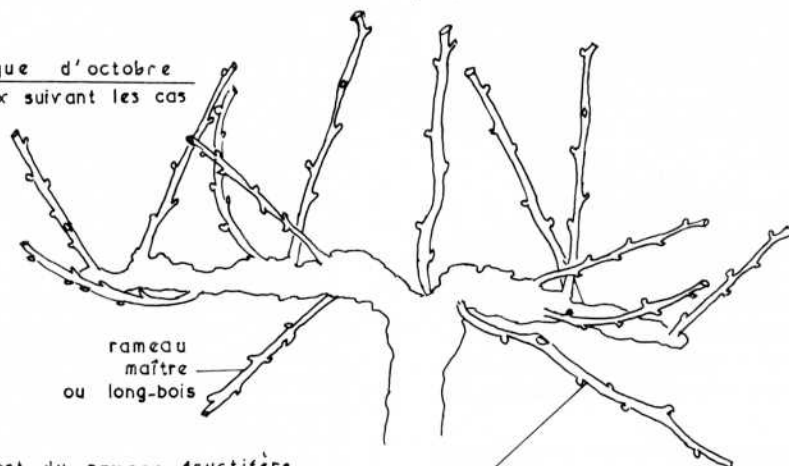
**FIG.5. DOUBLE TAILLE EN INDE TROPICALE SEMI-ARIDE SUR ANAB-E-SHAHI
SCHÉMA DE DÉVELOPPEMENT D'UN BOURGEON LATENT**

① Taille de rabattage en avril

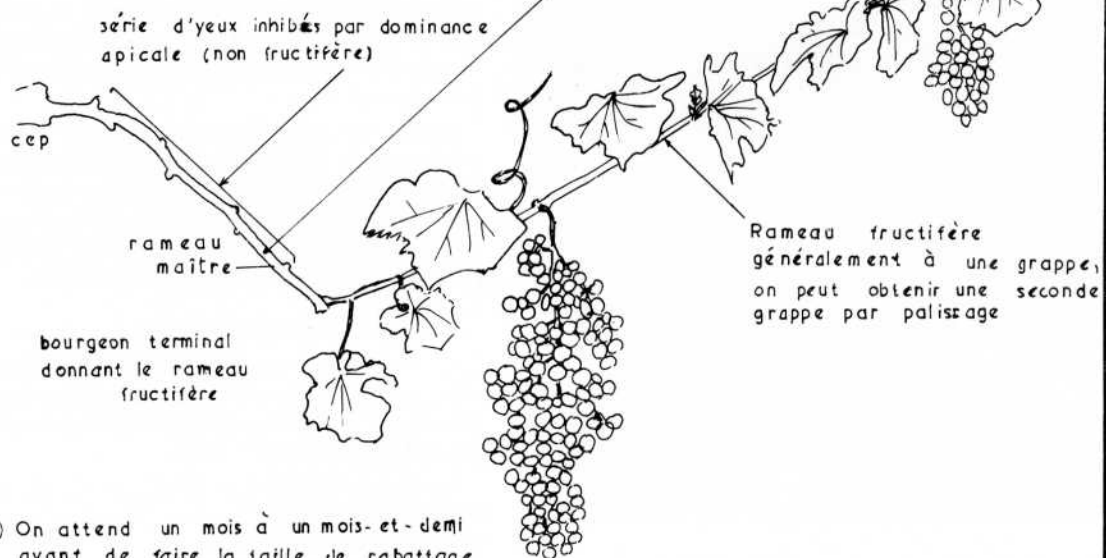


élimination des grappes sur la pousse de mousson

② Taille longue d'octobre
8 à 15 yeux suivant les cas



③ Développement du rameau fructifère



④ On attend un mois à un mois-et-demi avant de faire la taille de rabattage constitution de réserves

être, comme nous venons de le voir, soit encore en voie d'allongement, soit en phase de repos végétatif.

- Taille de fructification d'octobre.

Dans le Deccan (vignobles de Poona-Hyderabad et en général Bangalore) on pratique une deuxième taille à la sortie de la saison des pluies, en octobre. Cette intervention, appelée «back-pruning» a pour but d'assurer un redémarrage de la végétation à partir d'yeux latents ayant atteint une maturité correcte au cours de la saison des pluies qui se termine.

L'opération consiste à effeuiller une seconde fois totalement le vignoble et à pratiquer une taille longue sur les sarments-maitres, laissant autant de longs-bois que l'on avait de coursons en avril. Les cépages orientaux ou européens subissent indifféremment le même sort.

Les viticulteurs indiens font franchir à la vigne pendant les trois dernières semaines d'octobre, les étapes qu'elle subit en pays tempéré de novembre à mars à savoir : la levée de dormance, le prédébourrement et le débourrement. Inutile de préciser que cette technique est extrêmement délicate.

- La levée de dormance.

Nous venons de voir précédemment que la dormance n'est pas exactement du même type que celle apparaissant en climat tempéré, sauf refroidissement caractérisé. Bien que les études de base manquent sur ce point, on peut déduire des pratiques viticoles courantes utilisées en zone semi-aride qu'un «choc» est nécessaire au démarrage des yeux latents.

Les viticulteurs indiens insistent beaucoup sur le fait que

les maximums thermiques doivent être supérieurs à 30-35°C si l'on veut obtenir un débourrement uniforme après la taille d'octobre. A l'effet de la chaleur qui agirait sans doute par modification de la structure physique du protoplasme, il faut combiner celui du déficit hydrique. On supprime tout approvisionnement en eau pendant les trois semaines qui suivent la taille. Passé ce délai, on reprend les irrigations et la fumure. Le débourrement apparaît aussitôt. Les techniques empiriques utilisées en Inde rejoignent les observations scientifiques de POUGET 1963 et BOUARD 1971, mentionnées plus haut. D'ailleurs des pluies accidentelles survenant après la taille d'octobre sont défavorables au débourrement en raison du rafraichissement et de la réhumectation qu'elles entraînent. Il est à noter que les cépages orientaux réagissent assez bien à la technique du «back-pruning». Mais seuls certains *vinifera* occidentaux se comportent de la même façon (voir photos 6 et 7).

- Prédébourrement et débourrement.

Il n'y a pratiquement pas de prédébourrement, puisque ce stade est commandé par le réchauffement progressif de l'atmosphère en zone tempérée.

Le débourrement en zone semi-aride est une opération de tout ou rien, qui ne semble pas relever d'une réaction biochimique : ou il échoue totalement ou il réussit.

Au demeurant l'opération n'a de chances de réussir que sur des yeux latents aptes à réagir. Ce qui pose automatiquement le problème de la longueur de la taille. En effet ou bien les yeux peuvent être portés par du bois suraouité (base des sarments), ou insuffisamment aouité (extrémité des sarments). Dans le premier cas la portion de tige a perdu ses capacités de synthèse, et dans le second cas le stockage des sucres est encore insuffisant. Il faut donc choisir le juste milieu entre ces deux extrêmes.

Dans la pratique on taille les *vinifera* orientaux très vigoureux comme Anab-e-Shahi, Cheema 7, Bokhri ... entre dix et quinze yeux. Les *vinifera* occidentaux comme Thompson Seedless, Muscat de Hambourg sont taillés entre quatre et sept yeux.

On peut de toute façon estimer que la longueur de sarments apte au débourrement comprend environ trois yeux chez les *vinifera* occidentaux et cinq yeux chez les *vinifera* orientaux. Comme on le verra ultérieurement cette potentialité est exploitée en climat équatorial chaud et humide, pour l'obtention de deux récoltes successives.

- Croissance du rameau fructifère.

Le développement des longs-bois est typiquement acrotonne : c'est-à-dire que seul l'oeil terminal se développe, les yeux situés en position basipète subissant une inhibition par corrélation (photo 7 et 8).

Le rameau fructifère se développe rapidement grâce à des interventions agronomiques attentives : irrigation, fumure, traitements phytosanitaires.

La floraison sur les jeunes sarments a lieu environ 60 jours après la taille d'octobre. Il faudra encore 70 à 90

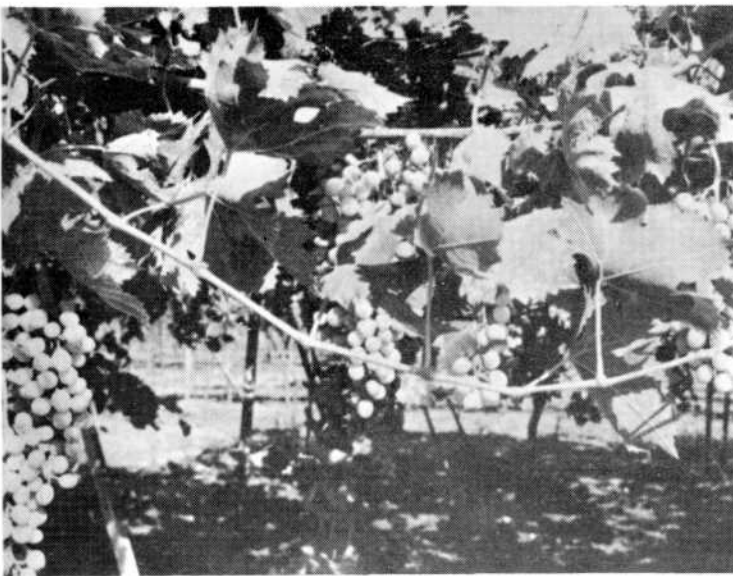
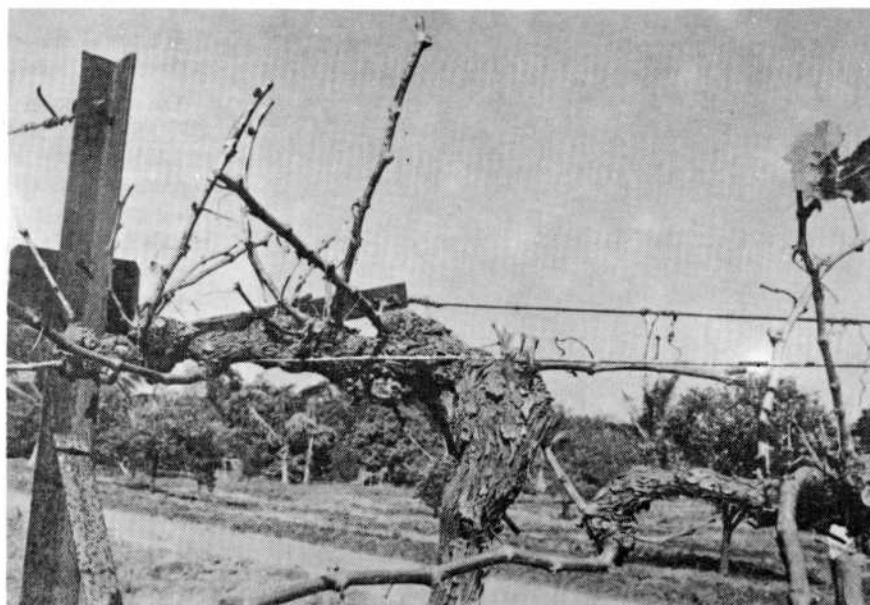


Photo 6. Aspect d'un *Vitis vinifera* oriental. Remarquer l'absence d'entrecoeur sur le rameau situé en premier plan au centre de la photo. Poona février 1972.



Photos 7 et 8. Variété de *Vinifera occidentalis*. prise à la station de Poona et n'ayant pas débouffé.

Remarquer les longs-bois laissés sur les bras au moment de la taille d'octobre. (début février 1972).



jours pour arriver au stade de maturation des grappes. Le rameau fructifère n'est généralement porteur que d'une grappe. Cependant s'il est palissé il peut donner deux grappes. Lors de la sélection des longs-bois en octobre les viticulteurs s'arrangent pour obtenir 10 grappes par mètre carré en moyenne. On voit que le nombre de longs-bois retenus sur chaque bras sera fonction de la densité de plantation.

La conduite en pergola offre l'avantage de pouvoir distribuer sur 360° les rameaux fructifères donc de les répartir et de les palisser dans tous les sens possibles. Ils peuvent atteindre 2 à 4 mètres chez les «orientalis», ce qui nécessite impérativement de les relier à une armature métallique (photo 9). Il faut signaler que les vignes en Inde reçoivent la plupart du temps des doses de fumures excessivement élevées :

1 à 2 kg de sulfate d'ammoniaque,
3 kg de sulfate de potasse,
100 à 200 kg de fumier
le tout par pied ! ces doses accentuent bien entendu la vigueur des ceps.

Mais dans l'ensemble, le nombre et la longueur des sarments fructifères se trouvent en relation directe avec la vigueur, de sorte que l'exubérance de végétation se contrôle automatiquement par la concurrence entre les pousses en l'absence de taille en vert.

Il s'agit ici d'un principe de taille totalement différent de celui de la «taille de Macina» ou de «Tienfala», pour lesquels l'ébourgeonnage ou le pincement des entrenœuds revêt une grande importance. Cette taille a été essayée entre autres pays au Mali, au Sénégal et en Côte d'Ivoire à notre connaissance. Ses avantages et ses inconvénients seront discutés dans la conclusion.



Photo 9. Aspect typique d'une vigne de la région de Bangalore. Les fils de fer sont tendus sur des poteaux en pierre de taille. Remarquer la densité du couvert végétal. Février 1972.

- Période de constitution des réserves.

Après la récolte, laquelle s'étale généralement de février à avril, on laisse les sarments fructifères se développer pendant environ un mois. L'irrigation, la fumure, de même que les traitements fongicides ne sont pas interrompus. Au cours de cette période, la vigne accumule des réserves.

Bien que le sarment ait environ cinq mois d'âge au moment de la taille de rabattement en avril, le démarrage des coursons à un oeil ne pose généralement pas de problème. On pourrait craindre en effet l'apparition d'un «blocage» dû au «suraouïement» : cet inconvénient n'est pas mentionné par les viticulteurs indiens.

Les maximums thermiques de l'année se situent en avril avec des moyennes de températures voisines de 30°C (fig.3) ce qui évite toute apparition de dormance même légère.

Climat équatorial d'altitude.

Nous ne disposons pas d'information détaillée sur le cycle de la vigne en climat équatorial d'altitude. Parce qu'originaires des pays tempérés chauds, on pourrait imaginer que les *vinifera* retrouvent en zone équatoriale d'altitude des conditions thermiques favorables à leur développement. Il n'en est rien. En effet ce type de climat se caractérise par l'absence de cycle saisonnier bien marqué. Quito en Équateur à 2.800 mètres et Bamenda au Cameroun à 1.500 mètres, offrent des moyennes thermiques mensuelles typiques du climat équatorial d'altitude (fig. 3). Par ailleurs les amplitudes diurnes de température sont identiques ou presque tout au long de l'année, avec une moyenne proche de 13°C pour Quito et 18-19°C pour Bamenda. Ces conditions sont théoriquement favorables à l'entrée en dormance des *vinifera* européens et asiatiques, mais insuffisamment basses ou insuffisamment élevées pour provoquer à une époque donnée une levée de dormance et assurer un développement homogène.

Il s'ensuit des débourrements plus ou moins anarchiques surtout au-delà de 1.000 mètres d'altitude.

Ces cas ont été signalés sur *vinifera* à Madagascar par NIGOND 1968, en Éthiopie et en Équateur par PANSIOT et LIBERT 1971. Dans les pays andins les croisements de *vinifera* et des *Vitis locaux* donnent en général de meilleurs résultats. Ces hybrides sont très souvent greffés sur *Rupetris du Lot*, VEGA 1971, et donnent des vignes prospérant jusqu'à 3.000 mètres d'altitude (Bolivie).

La figure 2 fait ressortir du point de vue viticole deux divisions principales pour les hauts plateaux camerounais :

- la région de Bamenda apparentée à l'altiplano andin,
- la région allant de Kundja à Ngaoundéré typique du climat semi-aride d'altitude.

Dans le premier cas il est fort probable que les *vinifera* ne pourront pas donner de résultats valables. Il sera préférable de chercher à y acclimater des hybrides sud-américains.

Dans le second cas on retrouve un climat voisin de celui de Bangalore dans l'État de Mysore.

Sur le graphique 4 A sont réparties différentes régions viticoles en fonction de leurs caractéristiques thermiques au moment du débourrement et de la croissance des sarments. Les données climatiques des zones tempérées ont été empruntées à NIGOND 1968. On constate que les régions semi-arides sont groupées dans la partie supérieure droite du graphique et s'alignent dans le prolongement des régions tempérées fraîches, tempérées chaudes et équatoriales fraîches.

Sur *vinifera*, le débourrement qui suit la taille d'octobre nécessite des températures plus élevées que sur «*labrusca*» ou ses hybrides. C'est pourquoi à Bangalore, zone située à 920 mètres d'altitude, et 12°58 de latitude nord, on préfère cultiver la variété hybride «*Bangalore blue*» (80 p. cent du vignoble), mieux adaptée aux faibles amplitudes thermiques, plutôt que les *vinifera* qui dans ces conditions ne débourrent pas régulièrement (photos 10 et 11).

A l'opposé si dans l'Anjou et la Champagne le débourrement commence à l'avant-printemps lorsque la température s'adoucit, c'est que la dormance a déjà été levée sous l'action du froid hivernal. Les conditions climatiques des régions tropicales d'altitude se rapprochent quelque peu de celles de la zone humide tempérée d'Amérique qui est le lieu d'origine de *Vitis labrusca*.

La zone d'Hyderabad, également représentée, sur la fig. 4 A, offre d'excellentes conditions pour les *vinifera* orientaux. Nous avons vu en introduction qu'elle figure au palmarès 1969.

Ce vignoble est situé à 500 mètres d'altitude et 17°27 de latitude nord.

Que conclure dans ces conditions des aptitudes viticoles de la zone Ngaoundéré-Kundja située au Cameroun à environ 1.000 m d'altitude entre le 6^e et le 7^e degré de latitude nord ?

Sur la figure 4 A, la tache Ngaoundéré est légèrement décalée vers la gauche mais reste sensiblement éloignée de celles de Bamenda, Tananarive et Ambato.

On ne peut assurer en toute sécurité que les *vinifera* y donneront des résultats excellents.

Toute action viticole dans cette zone devra être précédée d'une étude de comportement à la fois des *vinifera* occidentaux et orientaux et des hybrides comme «*Bangalore blue*» et «*Catawabe*».

Avant d'en terminer avec le climat équatorial d'altitude il faut ajouter une remarque : le cycle végétatif du vignoble de Bangalore est moins rigide que celui imposé aux vignobles de Poona et Hyderabad.

Certaines vignes subissent le système classique de double taille et produisent une seule fois dans l'année. La plupart cependant fournissent successivement deux productions annuelles grâce au système de taille utilisé en climat équatorial de plaine.

Climat équatorial de plaine.

PANSIOT et LIBERT 1971 ont fait un inventaire exhaustif des vignobles de la zone tropicale. Ils ont relevé onze régions, à climat de type équatorial de plaine où l'on produit commercialement, deux récoltes dans l'année. Dans certains cas il s'agit d'un climat subtropical particulièrement doux. Ces régions sont les suivantes : Antilles : Guyane anglaise, Trinidad, Porto Rico, République Dominicaine ; Amérique du Sud : Equateur (Porto Viejo), Vénézuéla ; Afrique : Ethiopie ; Asie : Israël, Inde (Tamil Nadu), Thaïlande (Bangkok), Philippines.

Nous retiendrons ici deux vignobles, sur lesquels malheureusement nous ne disposons que d'informations sommaires, à savoir ceux de Madurai en Inde et de Bangkok en Thaïlande.

- Vignoble de Madurai.

Dans la province méridionale du Tamil-Nadu la culture de la vigne couvre environ 800 hectares. Elle se répartit autour de deux centres : Madurai et Coimbatore. La zone de Madurai est située au sud-ouest de Madras à 133 mètres d'altitude et 9°55 de latitude nord. Les moyennes thermiques mensuelles de la figure 3 montrent bien que nous avons affaire ici à un climat équatorial de plaine. Sur la carte des données climatiques relatives à l'ensemble du sous-continent indien, nous constatons par ailleurs à Madurai une courbe annuelle des précipitations à double maximum pluviométrique chacun d'eux étant entrecoupé d'une saison moyennement sèche.

Sous ce climat, les cépages les plus couramment utilisés sont des *vinifera* occidentaux. Le Dr MADHAVA RAO pense même que les premiers plants de vigne ont été introduits il y a plus d'un siècle dans le Tamil-Nadu par un missionnaire français (communication orale). Parmi les variétés les plus courantes il faut signaler Muscat de Hambourg, Cardinal, White Malaga ...

Étant donné l'importance de l'humidité relative et la persistance de pluies tout au long de l'année, les attaques fongiques ne peuvent être contrôlées que par des traitements incessants. En outre sous ces conditions climatiques, les cépages ne connaissent aucune forme de repos végétatif. On a alors quelquefois recours à la taille des racines pour provoquer un arrêt de végétation. L'opération consiste à couper les racines fibreuses et à les exposer à l'air. On en profite généralement pour apporter en profondeur une fumure organique et minérale. Grâce à ce système on arrive à prolonger de quelques années la vie du vignoble laquelle ne dépasse guère ici 10-12 ans.

La date de taille est ajustée de telle façon que la maturation des grappes se situe en saison moins pluvieuse. Le raisin est alors de meilleure qualité.

On pratique deux tailles identiques au courant de l'année l'une en février-mars, l'autre en septembre, c'est-à-dire environ trois semaines après chaque récolte. Un effeuillage total a lieu, tout d'abord, pour provoquer une «dormance artificielle», et faciliter la tâche des tailleurs. Puis



Photo 10. Croissance d'un rameau fructifère d'Anab-e-Shahi. Bangalore, février 1972.
Remarquer l'inhibition par corrélation exercée sur les yeux de la base portés par le long-bois.

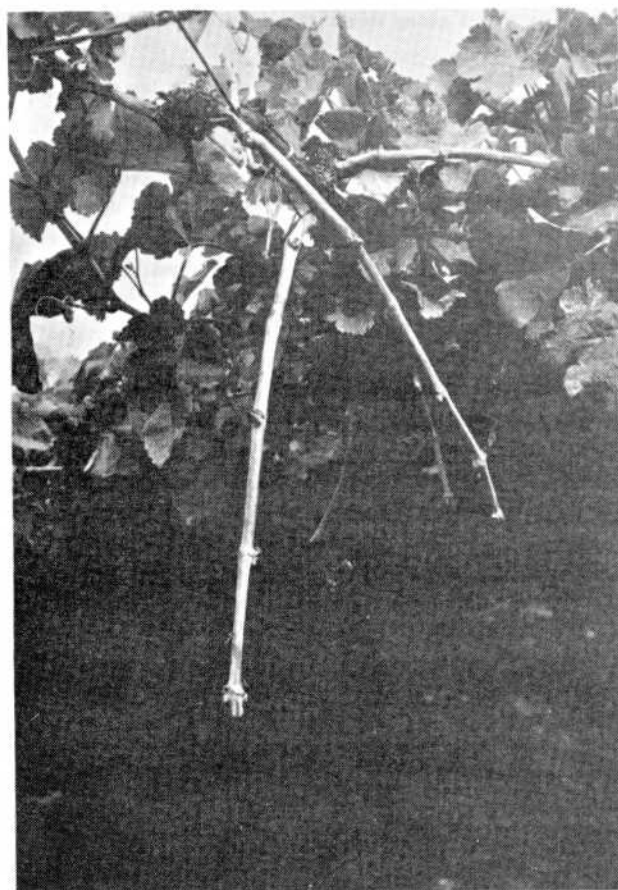
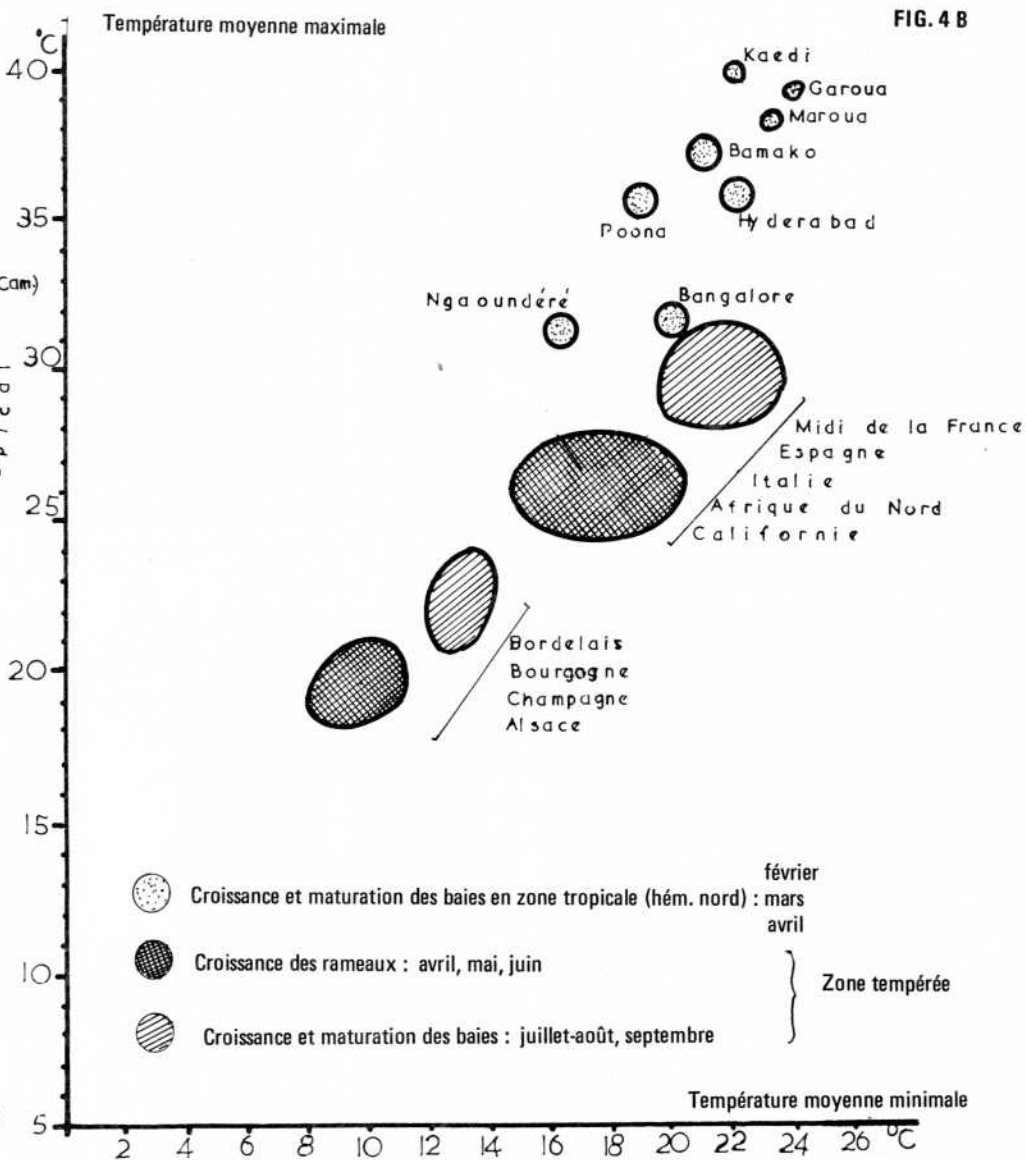
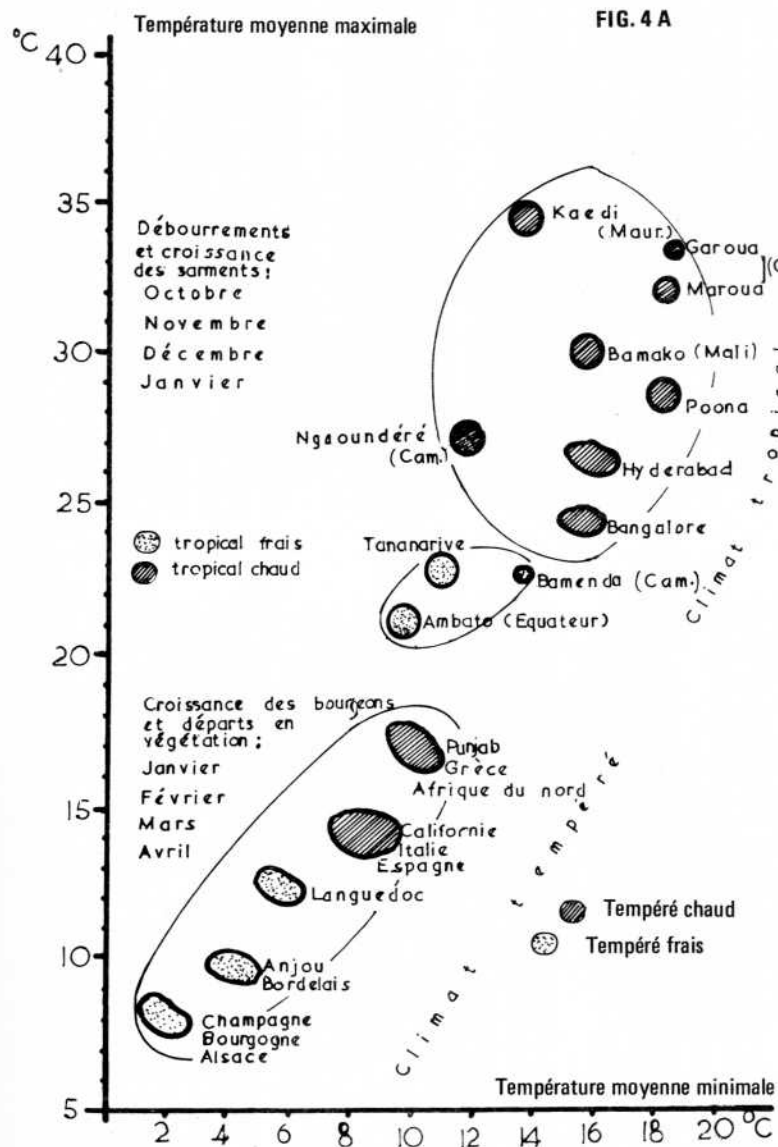


Photo 11. Débourrement hétérogène sur Anab-e-Shahi en climat tropical d'altitude.
Bangalore, 920 m. Février 1972.

CARACTÉRISTIQUES THERMIQUES DE QUELQUES VIGNOBLES.



on pratique la taille de fructification sur 5 à 6 yeux. Lorsque la première récolte est obtenue, on rabat en septembre sur le **sarment-maitre** juste au-dessus de l'avant-dernier oeil latent, qui devenu apical à son tour, se développe pour donner le rameau fructifère de deuxième récolte. On procède tout au long de l'année à quelques tailles en vert dans le but d'éliminer les sarments les moins forts et de renouveler la réserve de **sarments-maitres** sur les bras. Les sarments-maitres ne sont guère utilisés au-delà de trois récoltes.

Cette technique attire les remarques suivantes :

- la maturation des grappes et celle du bois sont menées conjointement au cours d'un même cycle de production comme en climat tempéré,

- l'activité végétative incessante empêche la migration des réserves vers les organes souterrains, ce qui se traduit par une faible longévité des cépages,

- les yeux latents formés au cours d'un cycle de production, ne nécessitent pas de « choc » physiologique pour débourrer, puisqu'on ne relève dans la pratique aucune forme de dormance,

- la production de deux récoltes successives n'est possible que grâce à l'inhibition par corrélation qui s'exerce sur les yeux portés par les longs-bois tout au long de la durée de développement du sarment fructifère.

L'inhibition est levée sur les yeux devenus plus tard apicaux grâce à la taille.

- Vignoble de Bangkok.

Le vignoble de Bangkok en Thaïlande a environ dix ans d'âge. Situé au niveau de la mer sur le 13^e degré de latitude nord, sa superficie s'étend sur plus de 1.000 hectares.

D'après les observations du Dr PUNSRI POOVAN de l'Université de Bangkok (communication orale), il n'existe pas d'époque de taille bien précise.

Chaque viticulteur se fixe la sienne propre en fonction des cours du marché (nouvel an chinois, fêtes thaïlandaises, etc.). Les vignes produisent donc à toute époque de l'année.

La culture est pratiquée sur des planches de 6 à 7 mètres de large et 100 mètres de long entourées de canaux de un mètre de profondeur qui assurent l'alimentation hydrique par remontée capillaire (ce système est d'ailleurs utilisé sur tous les vergers y compris les bananeraies).

La saison des pluies s'étend de mai à octobre et fournit un total de précipitations voisins de 1.000 mm par an. Les raisins sont de qualité moindre s'ils mûrissent en période de mousson. A cette époque il faut traiter régulièrement si l'on veut limiter les attaques fongiques.

On peut faire trois tailles de fructification dans l'année, du type de celle pratiquée à Madurai, donnant trois récoltes en 13-14 mois d'environ 10 t/ha chacune. Le nombre d'yeux laissés sur les sarments-maitres est très variable, de 4 à 12 yeux. En règle générale on compte qu'un cep de vigne doit avoir une centaine d'yeux latents prêts à débourrer lorsqu'il vient d'être taillé.

La première récolte a lieu dès le douzième ou le quinzième mois qui suit la plantation. A ce rythme, les cépages qui ne connaissent aucun repos végétatif, sont épuisés au bout de cinq à six ans.

Les variétés les plus courantes sont **White Malaga** et **Cardinal**.

Climat tempéré avec mousson d'été.

Il est fréquent que les façades orientales des continents subissent des passages d'air équatorial humide et chaud au cours de leur été. Les secteurs situés vers le 35^e degré de latitude connaissent de ce fait des hivers froids et secs, mais des étés chauds et très humides, contrairement à ce qui se passe sur les façades occidentales où les étés sont chauds et secs. DE PLANHOL et ROGNON 1970 ont donné une bonne description de ce genre de climat qu'ils ont dénommé par extension « climat de type chinois », car il est particulièrement individualisé sur la côte pacifique du continent asiatique.

Les conditions météorologiques propres à ces régions n'autorisent pas un déroulement du cycle végétatif identique à celui qui a été étudié en région tempérée « occidentale ». En effet l'époque de récolte se situe normalement avant l'arrivée des pluies c'est-à-dire en juillet dans l'hémisphère nord. Seules ne peuvent s'y développer que des variétés précoces, susceptibles de répondre à ces exigences. Dans ces climats les grappes mûrissent trop vite pour donner des vins de qualité. La production de raisin de table y est envisagée presque exclusivement.

A titre d'exemple nous citerons le vignoble du **Punjab** au nord de l'Inde avec 1.500 hectares, où la variété **Perlette** constitue 75 p. cent des surfaces, et celui du Japon.

SOBAJIMA 1972 signale que dans ce pays, la récolte se situe début juillet dans le Kyushu et fin août dans le Hokkaido. Le vignoble japonais est de loin le plus important des zones tempérées à mousson d'été puisqu'il couvre 23.400 hectares dont 137 hectares sous serre vitrée. Les variétés les plus couramment utilisées sont **Delaware** avec 36 p. cent des surfaces, **Campbell Early A**, 25 p. cent, **Muscat Bailey A**, 7 p. cent et **Neo Muscat 7** p. cent. Ces deux dernières variétés sont des sélections locales isolées respectivement en 1927 et 1925.

Les quelques exemples de vignobles ci-dessus pris en plusieurs régions, de climat tempéré ou tropical, permettent de se faire une idée de la plasticité écologique du genre *Vitis*. Il est peu de plantes cultivées ayant une aire d'expansion comparable.

Cette souplesse d'adaptation serait toutefois grandement réduite sans l'intervention humaine. Les différents cycles de production de *Vitis vinifera* en zone tempérée, tropicale semi-aride, équatoriale de plaine et équatoriale d'altitude ont été regroupés sur la figure 6. On y constate l'importance que joue la taille dans les climats sans hiver. C'est par elle que se trouve compensée l'absence de repos végétatif.

Avant de pouvoir définir les vocations viticoles de la

FIG. 5 - CYCLES DE PRODUCTION DE *VITIS VINIFERA*.

		AVRIL	MAI	JUIN	JUIL.	AOUT	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	JANV.	FEVR.	MARS		
Tropical d'altitude BANGALORE	Stades	1e Flor.	1e Récolte			2e taille de fructi.	2e Floraison			2e Récolte			1e taille de fructi.		
	Etats de croissance	Aoûtement Suraoûtement				Débourrement anarchique sur long-bois		Aoûtement Suraoûtement					Débourrement anarchique sur long-bois		
	Dormance	Conditions favorables pour l'entrée en dormance et défavorable pour la levée de dormance													
Equatorial MADURAI	Stades	1e Flor.	1e Récolte			2e taille de fructi.	2e Floraison			2e Récolte			1e taille de fructi.		
	Etats de croissance	Aoûtement Suraoûtement					Débourr. sur long-bois		Aoûtement Suraoûtement					Débourr. sur long-bois	
	Dormance														
Semi-aride HYDERABAD	Stades	Taille de rabattage	1e Floraison éliminée				Taille de fructifi.	2e Floraison			Récolte				
	Etats de croissance		Débourrement sur courson		Croissance rapide		Aoûtement		Débourr. sur long-bois		Croissance		Début aoûtement		
	Dormance	légère facultative						Levée de dormance							
Tempéré BORDEAUX	Stades	Floraison nouaison				Verraison récolte *		Récolte			Chute des feuilles				
	Etats de croissance	Débourr.		Croissance rapide		Début aoûtem.		Aoûtement		Phase de suraoûtement					
	Dormance	Prédormance			Entrée en dorman.		Dormance			Levée de dorm.		Postdormance		Prédébourrement	
		AVRIL	MAI	JUIN	JUIL.	AOUT	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	JANV.	FEVR.	MARS		

* - En climat de type tempéré «oriental» seulement.

zone tropicale d'Afrique au sud du Sahara il reste à étudier l'influence des facteurs du milieu sur la maturation des grappes.

La maturation des grappes.

Ce problème a donné lieu à de nombreuses études qu'il n'est pas possible de détailler ici. Nous ne retiendrons que les résultats qui apparaissent comme les plus représentatifs de l'influence des facteurs du milieu sur la qualité du raisin.

En zone tempérée de type «occidental» la maturation des grappes se fait lentement et s'accompagne d'un développement de l'arôme autorisant la production de vins de grande qualité. Dans les climats chauds, les composés aromatiques perdent leur finesse en raison de l'excès d'insolation et de conditions thermiques supraoptimales.

Eclaircissement.

Des séries d'expériences réalisées à l'Université de Californie par SCHULTZ et LIDER 1964, KLIEWER LIDER et SCHULTZ 1967, ont montré que l'ombrage agit sur la teneur en acides organiques des baies (acide malique notamment).

Les plantes recevant 30 p. cent d'ombrage dans les conditions du climat californien accusent une acidité de 30 à 40 p. cent plus élevée. La réduction du rayonnement solaire s'accompagne par contre d'une diminution de la teneur en sucre.

Température.

Dans une autre série d'expériences où l'on faisait varier les températures sous éclaircissement constant (KLIEWER 1964, KLIEWER et LIDER 1968), la synthèse des acides organiques a été trouvée prédominante par rapport à celle des sucres entre 20 et 25°C, sur jeunes grappes.

Au-delà de 25°C, la synthèse des acides et celle des sucres s'équilibrent. Par contre à l'approche de la maturité, la formation des sucres l'emporte généralement alors que les teneurs en acide malique et acide tartrique diminuent.

Toutefois, si les maximums journaliers s'approchent de 40°C, la maturation de la grappe se trouve ralentie plutôt qu'accélérée. Ce type d'inhibition s'exerce plus couramment sur «*labrusca*» ou ses hybrides. Certains «*vinifera*» comme les variétés *Perlette* et *Sultanine* sont réputées mûrir normalement en climat très chaud. La *Perlette* est cultivée par exemple en Inde dans le Gujarat et le Rajasthan, états proches du désert du Sind à étés torrides. Il a même été signalé au Yémen (région de Taiz et de Shana) une variété donnant des baies très sucrées et particulièrement bien adaptée aux fortes insulations. Elle est connue localement sous le nom de «Vadi-Haman-Ali» (communication orale du Dr MAHAJAN). Cette variété est restée strictement limitée à la Péninsule arabique, et n'a pas encore fait l'objet d'introduction en Inde ou au Pakistan.

En conditions naturelles, insolation et température, sont deux facteurs étroitement liés. Le ralentissement des phé-

nomènes de maturation proviendrait essentiellement d'une baisse du taux de chlorophylle et d'un blocage de la transformation à des températures avoisinant ou dépassant 40°C (TAVADZE, 1957).

La sensibilité à l'excès d'insolation varie selon les clones et apparaît être liée au génotype.

Il est certain qu'une exploitation rationnelle du milieu écologique devra faire intervenir différents facteurs comme la densité de plantation, le palissage, l'association de plusieurs cultures, le choix variétal ... Suivant que l'on se trouvera en zone fortement ou faiblement ensoleillée il conviendra d'éclaircir plus ou moins le feuillage. Ainsi les vignobles de l'Inde tropicale semi-aride ont en général un couvert extrêmement fourni en février-mars-avril, époque correspondant au plus fort maximum thermique et à la maturation des baies. Le système de pergola généralement adopté, maintient, à indice foliaire égal, un ombrage plus dense que dans le cas d'une plantation palissée en ligne sur un ou plusieurs étages. Il est fort possible par ailleurs que dans les climats à maximum thermique élevé du type de Kaedi par exemple, la culture de certains *vinifera* ne puisse se faire dans de bonnes conditions que sous palmeraie, même en utilisant le système pergola. Il serait souhaitable pour ces régions d'envisager l'introduction de variétés originaires d'Arabie.

Zone à vocation viticole en Afrique tropicale de l'ouest au sud du Sahara.

La vocation fruitière d'une région donnée est dictée en grande partie par les influences climatiques qui y sont rencontrées. Ces dernières interviennent au niveau des différents mécanismes responsables de la formation et de la constitution du fruit : poussée végétative, initiation florale, synthèse des sucres et des acides organiques, élaboration des pigments et des essences volatiles...

Nous avons vu que la viticulture moins que toute autre production fruitière n'échappe pas à cette remarque générale.

PANSIOT et LIBERT 1971 ont dressé une liste des tentatives de culture de la vigne en Afrique tropicale de l'ouest au sud du Sahara. Nous l'avons reproduite au tableau 1 en y ajoutant quelques données complémentaires concernant le Cameroun.

Le bilan général de ces tentatives ne semble pas avoir été suffisamment positif pour susciter une plus large extension de la viticulture dans cette partie du monde. Les cépages orientaux originaires d'Inde, d'Afghanistan ou d'Arabie n'ont pas fait l'objet d'introduction, du moins à notre connaissance.

Compte tenu de l'expérience acquise dans les pays orientaux, en matière de viticulture, notamment en Inde et en Thaïlande, il apparaît nécessaire de diviser l'Afrique de l'ouest en plusieurs secteurs.

Zone semi-aride.

La zone semi-aride occidentale au sud du Sahara est une bande de terre d'environ 4.000 km de longueur, s'étendant

TABLEAU 1 - Tentatives de culture de la vigne en Afrique tropicale au sud du Sahara.

Pays	Localités	Remarques
Sénégal	Saint Louis Dakar	jardins privés
Mali	Tienfala	jardins privés ressortissants libanais, missions
Guinée	Kankan Siguiri	
Niger	Niamey Maradi Zinder	jardins privés ressortissants libanais surtout
Sierra Leone	Freetown	
Cameroun	Babadjou Nanga Eboko Ntui Mutengene	hauts plateaux Bamiléké Haute Sanaga privé Mbam Cameroun occidental : jardin privé Suisse
Nigéria	Kano Sakoto Katsina	
Côte d'Ivoire	Yamoussoukro Bouaké Ferkéssé-goudou	

de l'Océan Atlantique à la partie occidentale du Soudan, avec une largeur variant de 300 à 800 km (COCHEME et FRANQUIN 1968). Cette zone tire son origine d'une grande variété de nuances entre l'extrême aridité et l'humidité plus ou moins continue. L'intensité de la sécheresse est dictée par la stabilité de l'anticyclone saharien dont la formidable masse d'air sec neutralise le soufle périodique de la mousson.

Les gradients climatiques sont alignés en bandes horizontales (figure 6). Nous retiendrons pour cette zone la classification donnée par AUBREVILLE 1949 en analysant pour chaque cas les solutions possibles du point de vue viticole.

Le système de la double taille avec une seule production (élimination artificielle de la floraison de mousson), pourrait être appliqué ici de la même façon que dans le Deccan à Hyderabad et Poona. il semble en effet que ce soit la meilleure façon de tirer parti du double maximum thermique entrecoupé d'une saison humide et douce.

Par ailleurs les températures automnales dans cette zone sont supérieures à celles enregistrées dans le Deccan, ce qui laisse augurer d'un débournement uniforme sur long-bois après la taille d'octobre.

- Zone sahélo-saharienne.

C'est la région la plus septentrionale. Elle est comprise entre les isohyètes 200 et 500 mm. On y enregistre une très forte luminosité, surtout en avril et septembre-octobre.

Les variétés à préconiser se répartiraient comme suit (en proportion pour l'ensemble du vignoble) :

Vinifera orientalis

- Vinifera d'Arabie du type «Vadi-Haman-Ali» 60 p. cent
- Anab-e-Shahi et Cheema 7 : 20 p. cent.

Vinifera occidentalis

- Perlette, 20 p. cent.

La conduite en pergola sous palmeraie avec irrigation semble la mieux indiquée.

- Zone sahélo-soudanienne.

Cette région est délimitée par les isohyètes 500 et 1000 mm. On y enregistre une meilleure répartition des pluies par suite de l'apparition plus fréquente de pluies, d'orages et de lignes de grain.

La conduite pourrait se faire en pergola (culture de jardin) avec ou sans ombrage, selon la répartition par variétés, suivante :

Vinifera orientalis

- Anab-e-Shahi
- Cheema 7
- Bokhri
- Vahi-Haman-Ali 20 p. cent

Vinifera occidentalis

- Perlette 20 p. cent
- Thompson Seedless 20 p. cent

L'irrigation est là aussi nécessaire.

- Zone soudano-guinéenne.

Comprise entre les isohyètes 1000 et 1400 mm. La période humide de stockage s'élève à 200 jours, ce qui permet l'agrumiculture sans irrigation sur les sols profonds.

Le vignoble pourrait faire partie d'un verger comprenant différentes espèces et variétés. Il serait obligatoirement installé dans le meilleur endroit, à proximité d'un fleuve ou d'un puits (irrigation nécessaire). La conduite pourrait se faire, soit en pergola, soit selon le système BOWER, avec la répartition variétale suivante :

Vinifera orientalis

- Anab-e-Shahi
- Cheema 7
- Bokhri

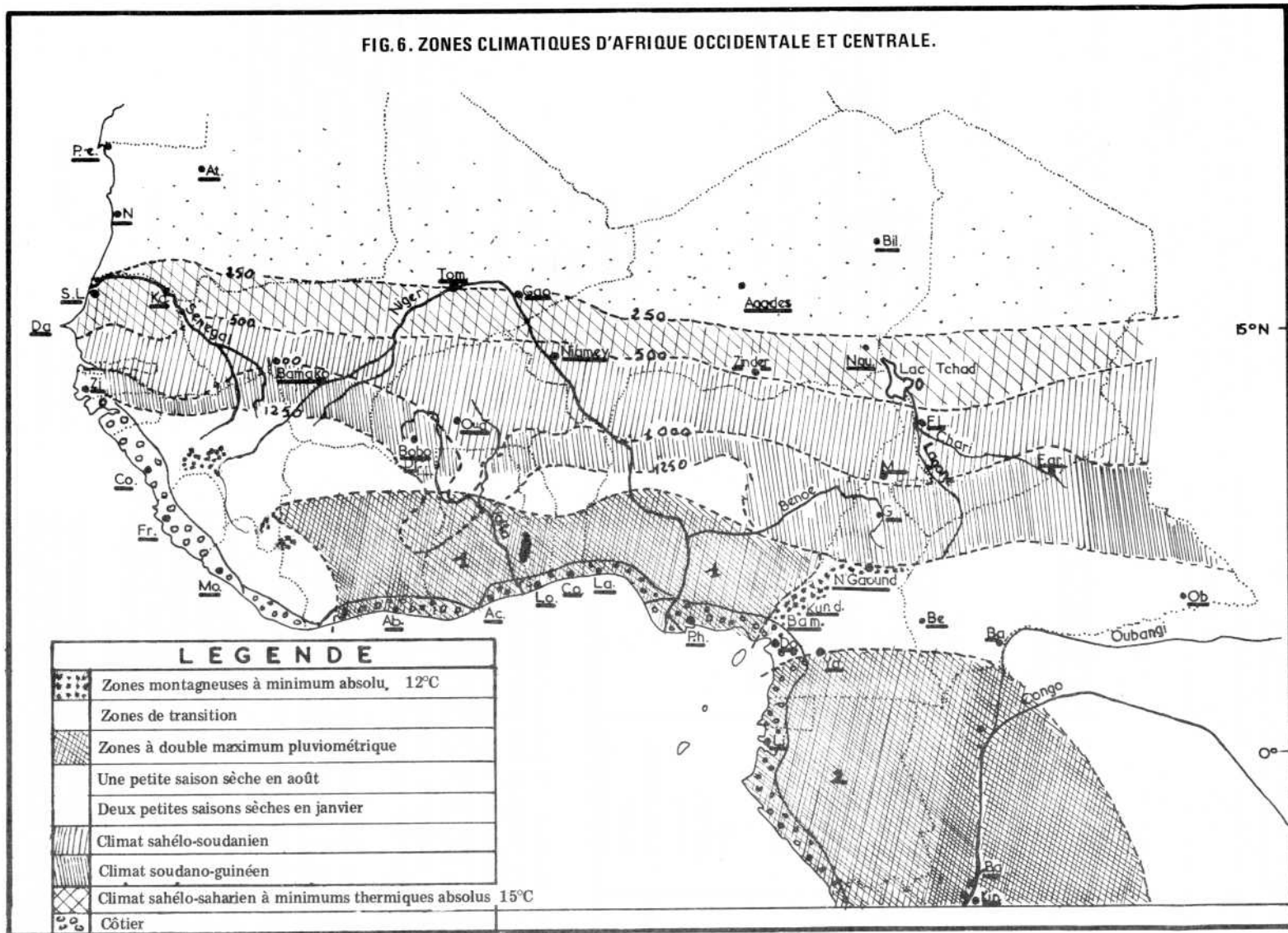
Vinifera occidentalis

- Thompson Seedless
- Cardinal
- White Malaga

- Zone équatoriale de plaine.

L'idéal serait de pouvoir disposer de régions à sol filtrant possédant un total de précipitations voisin de 1500 mm et

FIG. 6. ZONES CLIMATIQUES D'AFRIQUE OCCIDENTALE ET CENTRALE.



offrant un double maximum pluviométrique, entrecoupé à chaque fois d'une période sèche et ensoleillée.

Dans ces conditions, le système de la double taille de fructification sur long-bois tel qu'il a été décrit pour la zone de Madurai, a des chances de réussir. La bande côtière sèche allant d'Accra à Cotonou serait favorable du point de vue climatique.

Sous une pluviométrie approchant ou dépassant deux mètres d'eau, le problème du contrôle phytosanitaire se posera de façon plus aiguë.

Les variétés à conseiller seraient exclusivement des *Vinifera* occidentaux comme Muscat de Hambourg, White Malaga, Cardinal, Thompson Seedless, conduite en pergola ou en système BOWER.

- Zone équatoriale d'altitude.

L'Afrique de l'ouest, au sud du Sahara, se caractérise par l'absence d'influence orographique tranchée.

Seuls, la Guinée, le Nigéria et le Cameroun ont le privilège de posséder des climats d'altitude. Le problème de l'adaptation des *Vitis* à ces conditions climatiques très particulières a été discuté précédemment. Nous rappellerons simplement ici que les hybrides américains comme Bangalore blue, Catawabe, sont à mettre en comparaison avec les *vinifera* orientaux et occidentaux.

Pour des altitudes approchant ou dépassant 1000 mètres on aura avantage à s'intéresser de préférence aux hybrides américains.

PROBLEMES RELATIFS AUX INTRODUCTIONS VARIÉTALES

Il est d'usage de cultiver la vigne franc de pied en climat tropical. En effet l'utilisation du greffage a été rendue nécessaire lors de l'invasion du Phylloxera, dans les pays d'Europe. Or ce parasite est pratiquement inexistant en région tropicale. On peut donc appliquer la multiplication végétative sans être obligé d'avoir recours à des porte-greffe résistants au Phylloxera.

En règle générale, les cépages d'un vignoble constituent des polyclones qui ont été multipliés par voie végétative depuis des générations et se trouvent plus ou moins en mélange. Par ailleurs, la vigne est l'hôte d'un grand nombre de virus avec quelquefois plusieurs virus en association. On conçoit dans ces conditions que le choix des «souches-sources» revêt une extrême importance. Il convient avant de les choisir de prospecter l'aire de culture du cépage et d'apprécier la «souche-source» par «rapport à la moyenne de la population» (RIVES 1971).

On doit se fixer comme objectif la sélection d'une série de clones d'un même cépage afin de répartir les risques et d'être en mesure d'éliminer des lots entiers (non encore mélangés) qui pourraient présenter des symptômes de virose. Il est conseillé de compléter l'observation visuelle par l'indexage.

Nos connaissances en matière de virologie sur les *vinifera*

orientaux sont encore très limitées. Dans l'ensemble les vignes indiennes sont vigoureuses et peu ramifiées ce qui est un indice de bon état sanitaire.

Il est utile de savoir du point de vue pratique que le bois de bouture est disponible en Inde tropicale semi-aride en octobre seulement c'est-à-dire lors de la taille de fructification.

En zone équatoriale de plaine on peut s'en procurer à toute époque de l'année, alors que dans le Punjab ou en Afganistan c'est fin janvier, début février que le bois de bouture peut-être obtenu.

CONCLUSION

L'importance économique et nutritionnelle de la viticulture tropicale est loin d'être négligeable, puisqu'elle apporte un fruit supplémentaire fort apprécié localement à un prix raisonnable. Il y a seulement dix ans, le kg de raisin frais se vendait 5 dollars US sur le marché de Bangkok. Aujourd'hui on peut s'en procurer à toute époque de l'année pour moins de un demi dollar le kg.

Mais la viticulture tropicale n'en est encore qu'à ses débuts. L'effort fourni par les chercheurs indiens de la Station d'Hesseraghata (près de Bangalore) a déjà été couronné de succès. Sur les 18 espèces et 1000 variétés étudiées (dont 78 sont déjà en production), sept sélections sont apparues comme particulièrement intéressantes par leurs qualités gustatives, leur productivité, leur résistance au mildiou et à l'oidium. Ces sélections sont les suivantes :

1. **Black Champa** : cépage très productif
raisin noir TSS 25-27 p. cent, acidité 0,69 p. cent
baies rondes
Résistant à l'antracnose (*Uncinula necator*), tolérant au mildiou (*Plasmopara viticola*).
2. **Taifi Rosovi** : cépage productif
raisin à baies roses TSS 19-20 p. cent
acidité 0,49 p. cent
baies allongées (résistant au transport)
résistant à l'oidium.
3. **Coarna Resia** : cépage productif
raisin noir TSS 24 p. cent
baies très allongées
résistant à l'oidium.
4. **Covent large black** : cépage productif
raisin noir TSS 25 p. cent, acidité 0,91 p. cent
résistant à l'antracnose, tolérant au mildiou
5. **Angur Kalan** : cépage vigoureux et productif
raisin noir TSS 20 p. cent, acidité 0,53 p. cent
Grape supportant très bien le transport
résistant à l'antracnose et au mildiou.

6. **Katta Kurghan** : cépage moyennement productif
grappes et baies volumineuses
TSS 22 p. cent, acidité 0,75 p. cent
tolérant à l'antracnose et au mildiou.

7. **Queen of the vineyards** : cépage très productif
tolérant à l'antracnose et au mildiou.

Il faut signaler par ailleurs que CHADHA 1972 a obtenu des rendements et des qualités supérieures sur certaines variétés, notamment «Bangalore blue», en provoquant la tétraploidie.

Si le matériel génétique actuellement disponible permet de faire de la viticulture une opération rentable en zone tropicale, on peut s'attendre encore à des progrès sensibles dans les années à venir.

Les techniques utilisées en Inde et en Thaïlande sont parfaitement transposables à d'autres régions dont la climatologie est comparable.

En Inde tropicale semi-aride, le système de la double taille, pratiqué aussi bien sur les «*Vinifera*» orientaux qu'occidentaux, se trouve être remarquablement adapté à ce type de climat. Il se caractérise par une conduite haute (les bras n'apparaissent qu'à environ 1,80 m au-dessus du niveau du sol sur le tronc principal), et par une sorte d'autorégulation de la croissance, entre deux tailles «disciplinaires». Ces dernières sont ajustées en fonction des conditions ambiantes.

Comme on peut s'en apercevoir, cette technique est fort différente de la taille de «Tienfala» qui a été décrite et préconisée notamment par QUENOT 1947, BRANAS 1969 et FURON 1972.

En fait ces deux systèmes ne sont pas comparables car ils ne poursuivent pas le même but. Celui de Tienfala vise à l'obtention d'une récolte continue tout au long de l'année, alors que celui utilisé en Inde se fixe pour objectif une ou deux productions groupées. Il s'ensuit que la taille de Tienfala nécessite un contrôle permanent de la végétation par de fréquentes tailles en vert (pincements des extrémités de rameaux, ébourgeonnage des entrecoeurs), et une conduite basse tige en forme de treille (le tronc doit avoir 50 cm au maximum). La vigueur du cep est donc constamment orientée vers la fructification.

Il apparaît dans ces conditions que la taille de Tienfala est plus adaptée à une production de jardin que de vignoble proprement dit, en raison de l'abondance de main d'oeuvre qu'elle requiert.

L'un et l'autre système a ses avantages et ses inconvénients.

D'un point de vue plus général, la répartition de la zone tropicale en trois grands secteurs, avec pour chacun d'eux des variétés ou espèces mieux adaptées, ne doit pas être perdue de vue, à savoir les régions de type semi-aride avec les *vinifera* orientaux, les plaines équatoriales moyennement arrosées avec les *vinifera* occidentaux, enfin les plateaux, aux environs de 1000 mètres avec les hybrides américains.

Cet aperçu sur la culture de la vigne dans les régions chaudes reste très incomplet et quelque peu schématique. Il a semblé préférable de s'en tenir aux grandes lignes sous peine d'alourdir considérablement le texte et de perdre en clarté.

BIBLIOGRAPHIE

- AUBREVILLE (A.). 1949. Climats, forêts et désertification de L'Afrique tropicale.
Paris, Soc. ed. Mariti. et colon.
- BRANAS (J.). 1969. Culture de la vigne dans les pays tropicaux et plus spécialement dans les régions chaudes et humides du globe, où le cycle végétatif présente peu ou pas de repos de végétation.
49e Assemblée générale de l'OIV. Progrès agricole et viticole, 1er nov. n°21, p. 571-581.
- BOUARD (J.). 1966. Thèse Doct. Sci. Nat. Bordeaux.
- BOUARD (J.) et POUGET (R.). 1971. Physiologie de la croissance et du développement.
p. 329-413 dans *Sciences et techniques de la vigne* J. RIBEREAU-GAYON (E.), PEYNAUD, Dunod 725 p.
- CHADHA (T.R.) et MUKHERJEE (S.K.). 1972. Performance of some induced tetraploids in grapes.
Résumés des communications du 3e Congrès d'Horticulture tropicale et subtropicale, Bangalore, ICAR p. 185.
- CHEEMA (G.S.). 1928. Improvement in Pandhari Sahebi grape by use of Seedlings.
Agri. J. Indica, 23, p. 111-114.
- COCHEME (J.) et FRANQUIN (P.). 1968. Etude agronomique dans une zone semi-aride en Afrique au sud du Sahara.
OMM note technique n°86, 140 p.
- DE PLANHOL (Y.) et ROGNON (P.). 1970. Les zones tropicales arides et subtropicales.
Armand Colin, Paris 487 p.
- FURON (V.). 1972. La vigne culture, taille, entretien.
Mission IFAC au Sénégal, archives IFAC 2-16, 7 p.
- KLIEWER (W.M.), SCHULTZ (H.B.) and LIDER (L.A.). 1967. Influence of artificial shading of vineyards on the concentration of sugar and organic acid in grapes.
Am. J. End. Viticulture, 18, 78-86.
- KLIEWER (W.M.) and LIDER (L.A.). 1968. Influence of cluster exposure to the sun on the composition of Thompson Seedless fruit.
Am. J. End. Viticulture, 19, 175-184.
- LEVADOUX (L.). 1946. Etude de la fleur et de la sexualité chez la vigne.
Ann. F.C. Nat. Agric. Montpellier, 27, 1-89.
- NEGRUL (A.M.). 1968. Question of the origin and breeding of the grapevine on a genetical basis.
Genetika, 4 (3), p. 84-97.
- NIGOND (J.). 1968. Recherche sur la dormance des bourgeons de la vigne.
Thèse Faculté des Sciences de l'Université de Paris, 169 p.

- NIGOND (J.). 1971. Le rôle du climat et du microclimat en viticulture. 55 p., 39 fig. Travail effectué à la demande de l'Université de Pise, Italie.
- OLMO (H.P.). 1970. Report of the Government of India on grape culture. FAO.
- PANSIOT (F.P.) et LIBERT (J.R.). 1971. Culture de la vigne en pays tropicaux. *Bulletin de l'OIV*, vol. 44-485 - 486, p. 595-661.
- PHADNIS (N.A.) et SHINDE (V.K.). 1969. Studies in the development of new varieties of grape (*Vitis vinifera*) by Seedling Selection. *Tropical Science*, vol. XI, n°4, p. 286-297.
- POUGET (R.). 1963. Thèse Doct. Sci. Nat. Bordeaux.
- POUGET (R.). 1965. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 260, 661-664.
- QUENOT (N.). 1947. La vigne dans les pays tropicaux. *Revue de l'Agriculture tropicale*, 2, n°11-12, 647-650.
- RANDHAWA (G.S.), NEGI (S.S.) and MANESHWARAPPA (R.G.). 1972. Improvement of grape by selection and hybridation at the Institute of Horticultural Research Hesseraghatta.
- Résumé des communications du 3e Congrès d'Horticulture tropicale et subtropicale, Bangalore, ICAR p. 14.
- RIVES (M.). 1971. Ampélographie p. 131-170. dans *Sciences et Techniques de la Vigne* par RIBEREAU-GAYON (J.) et PEYNAUD (E.). Dunod 725 p.
- RIVES (M.). 1971. Génétique et amélioration de la vigne. p. 171-219. dans *Sciences et Techniques de la vigne* par RIBEREAU-GAYON (J.) et PEYNAUD (E.). Dunod, 725 p.
- SCHULTZ (H.B.) and LIDER (L.A.). 1964. Modification of the light factor and head load in vineyards. *Am. J. End. Vit.*, 15, 87-92.
- SINGH (R.N.), YADAV (I.S.) and PANDEY (S.N.). 1972. Some aspects of grape improvement work at IARI. Résumé des communications du 3e Congrès d'Horticulture tropicale et subtropicale, Bangalore, ICAR p. 16.
- SOBAJIMA YOSHITSUGU. 1972. Viticulture in Japan. *Résumé des communications présentées au 3e Symposium international d'Horticulture de Bangalore*, p. 183.
- TAWADZE (P.G.). 1957. The effect of various light intensities on pigment content in grape leaves. *Akademia nauk SSSR Doklady*, 115, 114-16.

