

CONSIDÉRATIONS SUR LA PHÉNOLOGIE DES ESPÈCES FRUITIÈRES ARBUSTIVES

B. AUBERT*

CONSIDERATIONS SUR LA PHÉNOLOGIE DES ESPÈCES
FRUITIÈRES ARBUSTIVES
(1ère partie)

B. AUBERT (IFAC)

Fruits, mars 1972, vol. 27, n° 3, p. 193-198.

RÉSUMÉ - L'auteur rappelle d'abord ce qu'est la phénologie en relation avec le développement et avec la croissance des végétaux. Il expose en particulier l'étude du développement au moyen des observations phénologiques, en relation avec les données thermiques, comme la somme des températures, et cite les résultats obtenus dans divers travaux sur des plantes fruitières (abricotier, oranger, vigne) et les applications pratiques auxquelles ils peuvent donner lieu.

Les études de phénologie commencées à la fin du siècle dernier, ont pris récemment un développement important, surtout dans les zones de climat tempéré.

Elles permettent tout d'abord l'établissement de cartes de végétation à l'échelle d'un pays ou d'un continent : carte de floraison du pommier en Allemagne (HOFFMAN et IHNE, 1881-1885), reconnaissance par SCHNELLE, 1970, de neuf zones de culture européenne des blés d'hiver et de printemps, inventaire en territoire helvétique des stations où la culture du maïs 'Orla' peut offrir des chances de rentabilité (PRIMAULT, 1969).

L'intérêt de telles études ne se limite pas toutefois à la cartographie. En améliorant nos connaissances sur les phénomènes de développement, on peut être amené, grâce notamment au calcul d'indices thermophysiological basés sur la somme des températures (méthodes sud-africaine, valaisanne et roumaine pour les arbres fruitiers) à prévoir plusieurs mois à l'avance, avec quelquefois une grande précision, la date de récolte, et par là se rendre maître de la production : organisation rationnelle de l'écoulement des produits, traitement en usine, chaînes de ventes ...

Une troisième tendance s'est dessinée dans le domaine de la protection des cultures, celle d'une approche globale du phénomène hôte-parasite, laquelle nécessite un enregistrement minutieux des phases de développement du végétal et leur confrontation à la courbe d'évolution des populations de parasites (ONILLON, 1969).

Si des études de phénologie en région tropicale sont à signaler sur des plantes à cycle court comme le sorgho, le maïs, le riz, l'arachide, le coton ..., elles n'ont fait qu'effleurer jusqu'ici le vaste secteur des végétaux ligneux pérennes dont les rythmes de croissance et de développement apparaissent bien souvent comme tout à fait anarchiques, et donc particulièrement rebutants à qui veut entreprendre leur description.

Dans ce qui suit, on se propose, dans une première partie de procéder à un rapide survol des travaux de phénologie effectués sur arbres fruitiers et ayant donné lieu à des applications d'intérêt immédiat (cartographie, prévisions). Dans une seconde partie, réalisée en collaboration avec P. LOSSOIS, un système original de notations phénologiques est décrit sur deux espèces fruitières tropicales, caractérisées soit par des poussées végétatives et florales homogènes, mais très variables dans le temps (avocatier), soit par un comportement totalement erratique (manguier). Les techniques mises en oeuvre (magnétophone, fiches perforées) offrent l'avantage de pouvoir caractériser rapidement et de façon précise le comportement de nombreux sujets. Grâce au traitement des résultats par les techniques de l'informatique, on est en droit d'espérer obtenir une vue synthétique des phénomènes de développement de ces espèces en fonction de caractères variétaux ou climatiques : dates de début et de fin de floraison, durée de la période anthèse-nouaison, nouaison-récolte, époques et caractéristiques des poussées végétatives. Ces informations peuvent non seulement contribuer à l'établissement de cartes fruitières cou-

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

vrant de vastes régions tropicales et subtropicales, mais également permettre la mise au point de calendriers de production susceptibles de fournir de précieux renseignements pour l'organisation des marchés (investissements, production, choix des variétés).

PHÉNOLOGIE ET DÉVELOPPEMENT

La sensibilité des plantes aux influences du milieu peut être envisagée sous l'angle de la croissance ou sous celui du développement. Par développement, on entend généralement une modification qualitative dans la forme de la plante, repérable mais non mesurable d'où le terme «phénologie», du grec φαίνειν : apparaître. Ainsi il est possible de décomposer l'évolution d'un sujet en un certain nombre de «stades phénologiques» : germination de la graine, poussée végétative, floraison ... Un même stade de développement peut d'ailleurs lui-même être subdivisé : FLECKINGER, 1960 considère par exemple dans la floraison de certaines Rosacées fruitières huit stades repères eux-mêmes répartis en quatre classes intermédiaires. Plus les conditions environnantes s'éloignent de l'optimum, plus la durée du développement s'allonge. Pour une gamme de températures données, par exemple, la vitesse de développement exprimée en fonction du temps conduit le plus souvent à une fonction linéaire.

La notion de «croissance» fait, elle, intervenir des données mesurables : augmentation de longueur, de surface, de poids sec ou poids frais, etc. Lorsqu'on porte ces accroissements en fonction du temps, il apparaît généralement une courbe en S comparable à celle d'une fonction tangente hyperbolique. La vitesse de croissance dépend de nombreux facteurs : édaphiques, climatiques, internes. Elle est analogue à celle d'une réaction monomoléculaire autocatalytique, c'est-à-dire proportionnelle à la concentration en produit formé et en produit dissocié (ROBERTSON, 1908).

A conditions climatiques égales, mais sous différents modes de nutrition, la phénologie ne varie guère (mêmes dates de floraison, de fructification, de maturation), alors que les tailles finales ou les rendements sont très différents. C'est pourquoi il est plus difficile d'exprimer l'influence de la température sur la croissance que de rechercher les relations existant entre température et vitesse de développement. Dans ce qui suit, ne seront considérés que les problèmes relatifs au développement.

UN EXEMPLE D'ÉTUDE PHÉNOLOGIQUE : L'ACTION DE LA TEMPÉRATURE SUR LE DÉVELOPPEMENT

Notion de «zéro physiologique», et de «température supra-optimale».

C'est en s'intéressant à la vitesse de germination des graines que les chercheurs ont réussi à mettre en évidence le mode d'action de la température sur le développement.

De telles études nécessitent la mise au point d'un protocole expérimental précis, notamment en ce qui concerne la densité de semis et le support humide. En effet, la graine en germination peut excréter une substance inhibitrice, d'autant plus intensément que la température ambiante est plus élevée (DURAND et al., 1967).

Généralement, on laisse les graines s'imbiber pendant 24 heures avant de les placer dans des enceintes où la température est maintenue constante. On procède à intervalle de temps régulier au comptage du nombre de graines dont la longueur de la radicule dépasse 1 millimètre. Le temps moyen de germination est fixé lorsque 50 p. cent des graines ont atteint ce stade.

Sur la figure 1 ont été reproduites les courbes de germination obtenues par GIRTON, 1927 sur oranger et bigaradier, et par GESLIN, 1944 sur blé. Elle fait apparaître les seuils de température au niveau desquels le temps mis pour atteindre un développement donné s'approche de l'infini. Ce minimum thermique représente le «seuil de développement» ou «zéro physiologique». Il est voisin de 0°C pour le blé et le lin (GESLIN, 1944, DURAND et al., 1967) et de 12,8° C pour les Citrus. Entre ce seuil et l'optimum thermique, la courbe prend l'aspect d'une hyperbole équilatère. Lorsque les conditions thermiques sont voisines de la température létale (température trop élevée ou supra-optimale) le temps de germination augmente brusquement.

Si l'on porte maintenant en fonction de la température l'inverse de la durée, c'est-à-dire la vitesse de développement, on s'aperçoit (figure 2) que cette vitesse augmente progressivement au fur et à mesure de l'élévation de la température. La courbe peut être assimilée dans une certaine gamme de températures à une droite. Vers les basses températures, elle suggère un ajustement à une exponentielle.

Ces lois simples relatives à la germination des graines ont permis la mise au point de méthodes de calcul tendant à exprimer de façon générale le développement en fonction des conditions thermiques. Il s'agit respectivement de la somme des températures, et de celle des coefficients de température Q 10.

Somme des températures et somme des coefficients de température Q 10.

La méthode de calcul des sommes de températures, bien que critiquée, est susceptible de rendre de grands services sur le plan pratique, notamment en ce qui concerne la prévision des dates de récolte, ou d'une façon plus générale la délimitation zonale d'une culture.

Pour plus de précision, il est préférable de travailler dans la gamme de températures au cours de laquelle la vitesse de développement varie linéairement.

Dans cette gamme, la somme des températures moyennes journalières diminuée d'un seuil θ_0 est constante au cours d'une même phase de développement (DURAND, 1969), ce qui peut s'écrire :

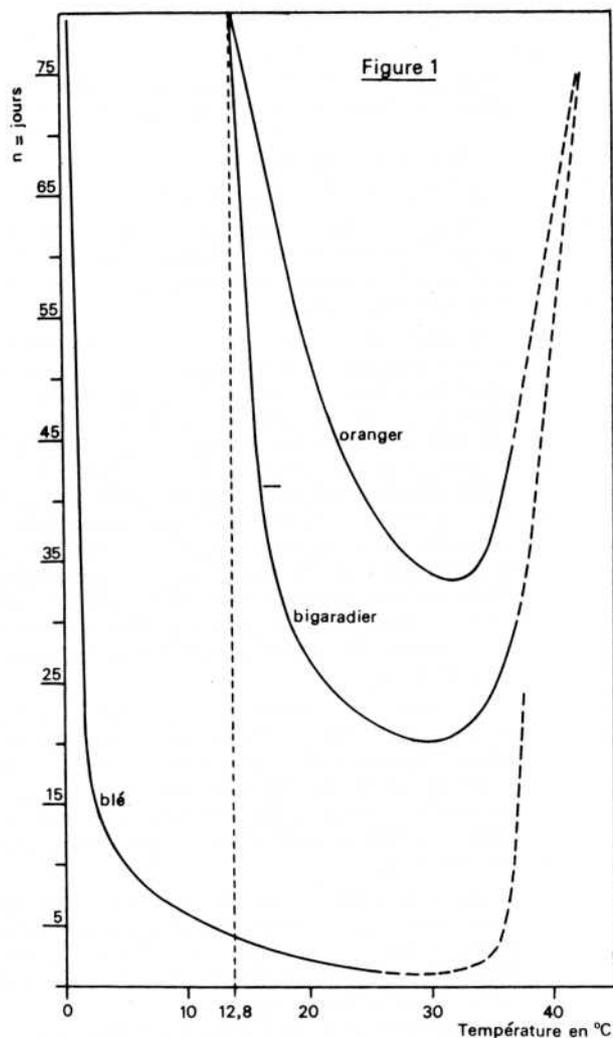
$$L = a \sum_{t_i}^{t_f} (\bar{\theta}_j - \theta_0)$$

où L représente le développement (ex : floraison, maturité ...).

t_f et t_i indiquent les instants final et initial considérés au cours d'une tranche de développement donnée

$\bar{\theta}_j$ est la température moyenne journalière dont une bonne approximation est obtenue par la demi-somme du maximum et du minimum.

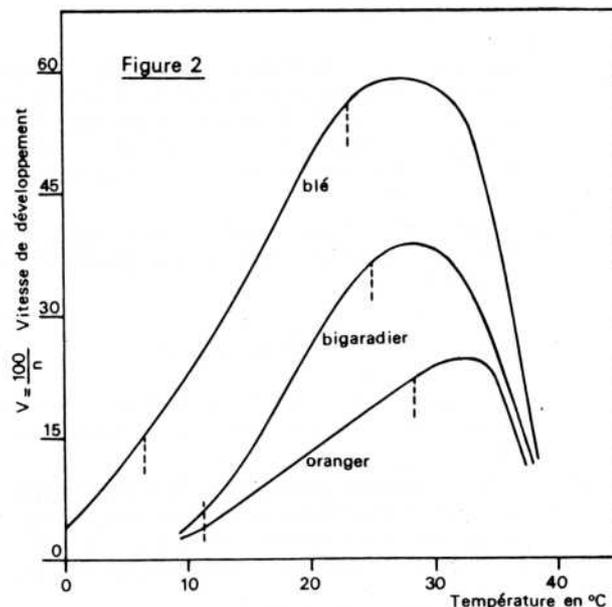
θ_0 est la température correspondant au «seuil de développement» ou «zéro physiologique».



La somme des températures est le plus souvent utilisée pour les études de vitesse de développement se réalisant en été dans les climats tempérés ou à toute époque de l'année en régions chaudes. Pour les climats frais (époque printanière, ou climat équatorial d'altitude), il est préférable de lui substituer la somme des coefficients de température Q 10 pour laquelle l'ajustement a lieu selon une loi exponentielle.

Le terme Q 10 désigne le rapport existant entre la vitesse de développement à la température $\theta + 10$ et celle à la température θ . Si ce rapport est constant, il s'ensuit l'apparition d'une exponentielle.

Lorsque les températures sont exprimées en degrés centésimaux, les valeurs de Q 10 sont généralement comprises entre 2 et 4. Les études de développement au moyen de cette méthode nécessitent le dépouillement journalier des températures, avec recherche des coefficients correspondants et leur sommation.



FIGURES 1 et 2 • Courbes de germination de différentes graines en fonction de la température (d'après Geslin, 1944 et Girton, 1927).

Exemple d'utilisation de la somme des températures.

Échelle d'un microclimat.

- Estimation de l'écart récolte en jours moyens (cultures maraîchères).

L'emploi de calculateurs a permis d'affiner les méthodes de recherches notamment par l'établissement de séries de régressions linéaires. Ces dernières sont déterminées en partant de plusieurs seuils apparents de développement (BASSET et al., 1961). Dans d'autres cas, il est important de situer le début de la phase de développement (ex : début de la floraison des arbres).

BIDABE, 1967, en calculant les sommes de développement à partir de diverses dates initiales, a pu situer vers la mi-janvier la date du début de floraison du pommier.

Dans la pratique, il convient de collecter tout d'abord les observations phénologiques sur plusieurs années (deux ans ou plus). Au cours de la période de développement considérée, on effectue la somme des températures moyennes journalières (moyennes thermiques de 10 années dans la tranche de temps choisie, par exemple de février à avril), en se fixant un ou plusieurs seuils de développement. On recherche ensuite la valeur moyenne et l'écart-type de ces diverses sommes pour l'ensemble de la décade d'observations météorologiques. Le choix du meilleur système se fait en retenant celui dont le seuil de développement correspondant donne le coefficient de variation le plus faible.

Il est possible, par la suite, de calculer l'écart-type en jour moyen (DURAND, 1969). Nous retiendrons ici l'exemple donné par cet auteur :

Si une somme de 500 degrés-jours avec un écart-type de 14 degrés (moyenne prise sur dix ans) est obtenue dans un

système de sommation où le seuil est de 5° C et la température moyenne au cours de la phase de développement de 12° C, un jour moyen apportera une contribution à la somme des températures de $12 - 5 = 7$ degrés-jour. L'écart-type exprimé en jour moyen sera égal à $14 : 7 = 2$ jours moyens.

Autrement dit, la somme des températures donnera la durée de la phase à ± 4 jours (c'est-à-dire deux fois l'écart-type), soit :

$$\frac{500}{7} = 71,4 \pm 4 \text{ jours}$$

Ce système de calcul donne le maximum de précision lorsqu'il est pratiqué à l'échelle d'un microclimat déterminé.

Son utilisation permet de prévoir par exemple l'étalement des dates de semis ou de plantation, de façon à obtenir un approvisionnement constant pour l'usine (cultures maraîchères industrielles : petits pois, haricots ...).

- Estimation des dates de floraison et nouaison des arbres fruitiers à feuilles caduques.

Sur les arbres fruitiers, diverses études ont été réalisées tendant à situer à l'avance les dates de floraison, nouaison ou récolte.

La méthode proposée par CATZEFLIS, 1969 (Sion, Valais) ne permet qu'une constatation a posteriori de la relation existant entre le stade de la chute des pétales (stade G) et la somme de températures de 13 h 30. L'indice thermophysique retenu par cet auteur est de 706 degrés au-dessus de zéro.

GANEVA et GUEORGUEVA, 1967 (méthode roumaine), ont de leur côté trouvé une relation étroite entre le début de la période de végétation et le nombre de jours séparant cette date de la pleine floraison. Le début de la période de végétation est défini lorsque la moyenne journalière de température dépasse 5 degrés pendant cinq jours consécutifs.

BUYS et KOTZE, 1963 ont retenu pour déterminer à l'avance la date de floraison de plusieurs arbres fruitiers sud-africains à feuilles caduques, la température moyenne ayant régné durant les 30 jours qui ont précédé le solstice d'hiver, ce qui, par transposition dans les conditions de l'hémisphère nord, correspond à la période du 21 novembre au 20 décembre. Par ailleurs, ces auteurs ont trouvé une relation étroite entre la moyenne arithmétique des maximums de température des 60 jours suivant la date de floraison et le nombre de jours séparant cette date de la première récolte. La méthode sud-africaine permet d'avoir une idée de la date critique de la première récolte dès le début du mois de janvier (hémisphère nord).

PRIMAULT, 1969, en utilisant les méthodes sud-africaine et roumaine a entrepris d'estimer à l'avance la date de récolte des abricots dans le Valais. Un premier pronostic est donné fin décembre par utilisation de la méthode sud-africaine, puis un second début février par utilisation de la méthode roumaine. Dans un cas comme dans l'autre, ces pronostics sont corrigés au fur et à mesure de l'avancement de la végétation au vu des températures effectivement mesurées. En utilisant ce système, PRIMAULT a calculé sur 10 années consécutives les dates théoriques de récolte de

l'abricotier en les confrontant avec la date effectivement observée. L'écart enregistré s'étendait de ± 1 à ± 5 jours.

Échelle d'un macroclimat.

- Etudes de CASSIN et MENDEL sur oranger.

Plusieurs tentatives ont été faites en vue d'étendre le système de sommation de température à l'échelle continentale et mondiale, notamment en matière de cultures fruitières arbustives.

CASSIN et al., 1969, ont étudié l'écart mi-floraison-récolte d'orangers appartenant aux variétés précoces ou tardives en différentes régions du globe. Les résultats ainsi obtenus ont été reportés sur le tableau 1. Deux seuils de développement ont été retenus, à savoir 12,8° C et 5° C ; le premier correspondant au seuil thermique du développement végétatif rencontré chez les Citrus, le second a été choisi en tenant compte du fait que les processus de maturation ne sont totalement stoppés que vers 3° C. Le maximum de précision dans le calcul de la durée théorique de l'écart mi-floraison-récolte est obtenu avec les variétés précoces en climat tropical. Le choix d'un seuil thermique de 5° C permet de réduire de près de moitié l'écart-type en jours moyens.

Par contre, en climat plus frais (régions méditerranéennes ou climat tropical d'altitude), la précision est moins bonne (± 2 mois) en raison de la baisse des températures moyennes et de l'allongement consécutif de l'écart floraison-récolte. Il serait préférable dans ce cas d'utiliser la méthode des sommes de Q 10 plutôt que celle des sommes de températures.

Les calculs faits à l'échelle mondiale sont forcément moins précis, par suite de l'hétérogénéité des conditions météorologiques rencontrées d'une région à l'autre. Ils permettent cependant de situer avec assez d'exactitude les dates de production en tirant parti d'observations phénologiques simples et de données météorologiques facilement accessibles. Il est possible d'en déduire un calendrier de production et de pratiques culturales tendant à orienter le déclenchement de la floraison aux époques les plus économiquement intéressantes (irrigation, incision annulaire ...).

Un autre exemple de l'utilisation de la somme des températures est fourni par les études relatives à la répartition des aires de culture d'une espèce. Un moyen commode de caractériser une zone géographique donnée est de calculer les sommes thermiques correspondant à la durée d'activité végétative (cas des espèces à feuilles caduques des régions tempérées), ou sur les douze mois de l'année (espèces à feuillage persistant des régions chaudes).

MENDEL, 1969 a montré que la vitesse de développement de l'oranger greffé sur Rough Lemon varie de façon sensiblement linéaire avec la somme des températures annuelles, calculées sur la base d'un seuil de développement de 12,8° C. Le critère retenu par MENDEL était le nombre de mois s'écoulant entre le moment du greffage et celui où l'arbre est prêt à être planté en pleine terre.

Dans les régions agrumicoles les plus chaudes du globe comme la zone Caraïbe, Ceylan ..., totalisant 5.700 degrés-jours, cette durée n'est guère supérieure à un an. En climat subtropical, avec 1.700 degrés-jours (Californie) ou en climat équatorial d'altitude (Quito, 1.000 degrés-jours), cette même durée est voisine de trois ans.

TABLEAU 1 - DURÉE MOYENNE DE LA PÉRIODE MI-FLORAISON-RÉCOLTE, ZONE TROPICALE ET SUBTROPICALE.
CALCULS EFFECTUÉS D'APRES LES DONNÉES DE CASSIN ET al., 1969.

CLIMAT DE TYPE TROPICAL	Température moyenne Tm	Seuil de développement 12°C		Seuil de développement 5°C	
		Somme des températures Variétés précoces	Somme des températures Variétés tardives	Somme des températures Variétés précoces	Somme des températures Variétés tardives
Kindia (Guinée)	24,6	2131,2	2497,2	3567,9	4172,6
Odienné (Côte d'Ivoire)	25,0	2203,8	2569,8	3640,5	4245,2
Sassandra (Côte d'Ivoire) 1ère floraison	24,9	2223,7	2625,7	3640,5	4301,1
Sassandra (Côte d'Ivoire) 2ème floraison	26,5	2493,0	2917,7	3929,7	4593,1
Azaguié (Côte d'Ivoire) 1ère floraison	25,6	2325,9	2725,8	3762,6	4401,2
Azaguié (Côte d'Ivoire) 2ème floraison	26,2	2374,6	2821,0	3811,3	4496,4
Foumbot (Cameroun)	25,7	2325,9	2716,5	3762,6	4391,9
Nyombé (Cameroun)	25,9	2455,8	2851,8	3892,5	4527,2
Grands-Fonds (Guadeloupe)	26,2	2468,0	2877,2	3904,7	4552,6
Vieux-Habitans (Guadeloupe)	26,0	2477,0	2830,4	3913,7	4505,8
Sainte-Rose (Guadeloupe)	26,0	2511,7	2886,2	3948,4	4561,6
St Clair Expt. St. Trinidad	26,1	2485,7	2888,7	3922,4	4564,1
St Laurent Guyane) 1ère floraison	25,9	2375,6	2771,6	3812,3	4447,0
St Laurent (Guyane) «ème floraison	26,6	2548,4	2968,4	3985,1	4643,8
Paramaribo (Surinam) 1ère floraison	26,5	2505,7	2916,7	3942,4	4592,1
Paramaribo (Surinam) 2ème floraison	26,5	2625,8	3106,3	4062,5	4781,7
Dakar (Sénégal)	25,4	2507,7	2771,2	3944,4	4446,6
Ziguinchor (Sénégal)	26,4	2555,8	2906,1	3992,5	4581,5
Bohicon (Dahomey) 1ère floraison	26,4	2514,5	2948,5	3951,2	4623,9
Bohicon (Dahomey) 2ème floraison	28,0	2708,9	3223,5	4145,6	4898,9
Allada (Dahomey) 1ère floraison	28,4	2841,0	3340,0	4277,7	5015,4
Allada (Dahomey) 2ème floraison	30,4	3085,8	3668,6	4522,5	5344,0
Moyennes M	26,3	2488	2901	3924,2	4576,8
Apport thermique θa d'un jour moyen seuil 12,8°C 26,3 - 12,8=13,5°C	Écart-type des sommes de températures σ_1	203,8	252,2	210,0	260,8
Apport thermique θa d'un jour moyen seuil 5°C 26,3 - 5,0=21,3°C	Coefficient de variation	8,1 %	8,6 %	5,3 %	5,5 %
	Écart-type en jours moyens $\sigma_2 = \frac{\sigma_1}{\theta a}$	15,0	18,6	9,8	12,4
	Durée de la période floraison-récolte $\frac{M}{\theta a}$	184,2 jours	214,8 jours	184,2 jours	214,8 jours
	Précision $\pm 2 \times \sigma_2$	± 30 j.	± 39 j.	± 19 j.	± 24 j.
CLIMAT DE TYPE SUBTROPICAL					
Riverside (Californie)	17,1	1671,4	1693,4	4211,8	4478,0
Mechra Bel Ksiri (Maroc)	19,4	2271,9	2412,4	4812,3	5197,0
Ambositra (Madagascar)	18,0	1640,3	1783,9	4180,7	4568,5
Tananarive (Madagascar)	18,5	1772,9	2040,2	4313,3	4824,8
Orlando (Floride)	22,3	2740,6	3140,2	5281,0	5924,8
Moyennes M	19,0	2019,4	2214,0	4559,8	4998,6
Apport thermique θa d'un jour moyen seuil 12,8°C 19,0 - 12,8=6,2°C	Écart-type des sommes de températures σ_1	420	526	427	525
Apport thermique θa d'un jour moyen seuil 5°C 19,0 - 5,0=14°C	Coefficient de variation	20 %	23,8 %	9,3 %	10,5 %
	Écart-type en jours moyens $\sigma_2 = \frac{\sigma_1}{\theta a}$	67,7	84,8	30,0	36,9
	Durée de la période floraison-récolte $\frac{M}{\theta a}$	325,7 j.	357,0 j.	325,7 j.	357,0 j.
	Précision $\pm 2 \times \sigma_2$	$\pm 135,4$ j.	$\pm 169,6$ j.	$\pm 60,0$ j.	$\pm 73,8$ j.

● Etude de RIVALS sur la vigne.

Dans une étude sur la biogéographie de la vigne en Asie et Russie d'Europe, RIVALS, 1957, en utilisant un seuil thermique de 0° C, signale que dans les régions à somme de température inférieure ou égale à 2.500° C, l'ensevelissement hivernal des ceps est obligatoire pour empêcher leur destruction par les froids : vignoble de Vladivostock, d'Alma Ata à la frontière occidentale de la Chine. Les baies produites sont de faible valeur et donnent des vins acides.

Entre 2.700 et 3.000° C : Russie subkarpathique, Hongrie, Roumanie, à encépagement voisin de celui de Tokay (Hongrie), les vins sont légers, de faible degré, blancs ou rosés.

Vers 4.000° C : basse vallée du Don, les vins sont encore légers, mais se prêtent à la champagnisation.

Enfin, vers 4.000 et 5.000° C : littoral caucasien de la mer Noire, et surtout vignoble du Turkestan, on assiste à la production de vins doux et de raisins secs, l'irrigation des vignes étant rendue nécessaire durant la longue période sèche d'été.

Dans ce dernier groupe se classent également le vignoble de Chiraz en Iran, l'un des plus méridionaux du vieux monde : 29°5 de latitude, et celui de l'oasis d'Hérat en Afga-

nistan. On y produit surtout du raisin de table. Les vins peuvent atteindre de forts degrés.

Au-delà de 5.000°C, la culture de la vigne ne tient qu'une faible place et se localise principalement en Inde tropicale. Seule la production de raisin de table y est envisagée, fournie par des variétés de *Vitis vinifera* d'origine orientale. Dans la région de Bombay, les variétés Fakdi, Kali et Pandhari-Sahebi, sont conduites en « hautaine » : taille généreuse laissant un grand développement des ceps, souvent sur tuteur vivant. La taille d'octobre a pour but de laisser dix ou douze coursons à 3-4 yeux qui donneront une fructification d'hiver (la seule valable).

Conclusion.

La somme des températures n'est qu'une forme de combinaison parmi d'autres, des observations phénologiques avec les données météorologiques. Elle ne présente pas par elle-même de signification physiologique précise, et son emploi reste limité à l'étude du développement.

Les quelques exemples mentionnés ci-dessus ont cependant montré que cette méthode de calcul est susceptible d'apporter une aide précieuse dans l'estimation des dates de récolte, ainsi que dans la description des aires de culture d'une espèce.

