

Georgette Risser, INRA  
Fabien Robert,  
Université de Clermont-Ferrand

# Dormance et besoin en froid chez *le fraisier*

## Résumé

Le froid est nécessaire au bon développement du fraisier et de sa fructification au printemps. Les besoins en froid varient d'une variété à l'autre. L'objectif des études entreprises était la mise au point d'une méthode de détermination des besoins en froid de divers génotypes. Elles ont mis en évidence divers phénomènes qui interviennent : rôle de la photopériode dans l'observation et l'installation de la dormance, caractéristiques de l'effet des basses températures (effet progressif de la durée du froid subi, effet temporaire de l'effet stimulant du froid). Pour chaque génotype interviennent la capacité à pousser en jours courts, le nombre d'heure de froid nécessaire à la croissance, à l'arrêt de l'initiation florale, à l'émission de stolons. Des recherches sont menées également pour trouver un marqueur précoce des potentialités de croissance d'un plant de fraisier.

## Abstract

*Strawberry Plants : Dormancy and the Need for Cold*

Strawberry plants need cold to develop properly and bear fruit. The need for cold varies from one variety to another. The purpose of the studies undertaken was to develop a method for determining the needs for cold of various genotypes. The method points out the various phenomena involved : the role of the photoperiod in observation and installation of dormancy, characteristics of the effects of low temperatures (quantification of low temperatures that act on the plants, progressive effect of cold over time, temporary effect of the stimulation of cold). For each genotype, a number of factors are involved : capacity to grow on short days, and the number of hours of cold needed for growth, to stop flower initiation, or for the appearance of stolons. Research is also underway to find an early indicator of the growth potential of a strawberry plant.

*Les travaux ont été menés à l'Inra Station d'amélioration des plantes maraîchères de Montfavet, par Georgette Risser et à l'Université de Clermont-Ferrand par Fabien Robert bénéficiaire d'une bourse de thèse cofinancée par l'Inra et le Ctifl, avec la collaboration technique d'Andrée Ruffinatto et Eric Martin, technicien détaché du Ciref.*

*Ils ont fait l'objet d'une communication lors du séminaire «dormance» à Gembloux, le 25 mars 1994.*



Un plant de fraisier empoté en automne puis cultivé en serre chauffée pendant l'hiver présente un faciès particulier: pétioles et hampes courtes, folioles petites, floraison abondante mais fleurs souvent mal formées entraînant la formation de petits fruits mal fécondés ; au contraire un plant ayant été placé en conditions froides avant le transfert en serre pousse normalement; on dit communément que le premier plant est dormant et que le froid lève la dormance.

Le froid a un triple effet :

- il favorise la croissance végétative ;
- il stoppe l'initiation florale ;
- il provoque l'apparition de stolons.

Pendant longtemps, les fraiseiculteurs européens se sont peu intéressés à cet effet du froid car l'essentiel des cultures était en plein champ dans des zones à hivers suffisamment rigoureux pour que la croissance de la plante soit correcte quand les conditions de températures printanières la permettaient; mais, depuis une trentaine d'année, les cultures de fraisiers se sont développées dans des zones plus méridionales et l'emploi d'abris plastiques s'est généralisé ; il est alors apparu des différences importantes de comportement variétal ; connaître le comportement hivernal et les besoins en froid de chaque variété devient important, les fraiseiculteurs voulant savoir si les nouvelles variétés qui leur sont proposées sont adaptées à leur zone et mode de culture et à quelle période ils peuvent couvrir leur plantation.

L'objectif premier des études entreprises dans notre station était de mettre au point une méthode de détermination des besoins en froid de divers génotypes, mais très vite, nous nous sommes aperçus de la nécessité de mieux préciser les phénomènes en cause et de trouver un marqueur précoce des potentialités de développement d'un plant de fraisier.

Les études présentées ont été réalisées en serre ou en enceinte climatisée ; la longueur du pétiole des feuilles adultes, facile à mesurer, a été choisie comme marqueur de la vigueur du plant.

## Vers une meilleure compréhension des phénomènes

### Importance de la photopériode

#### Rôle de la photopériode dans l'observation de la dormance

**U**n essai réalisé pendant l'hiver 91-92, nous a montré que pour définir les besoins en froid d'une variété, il est nécessaire de bien préciser la longueur du jour à laquelle se font les observations.

Cet essai a porté sur des plants de la variété Favette, empotés le 21 août et gardés dehors jusqu'aux dates d'entrée en enceinte climatique (tableau 1), les plantes étant observées à 12 ou 14 heures d'éclairement (6 plantes par traitement, 15°C nuit, 25°C jour, 80 % HR). La figure 1 présente la longueur moyenne des pétioles les plus longs pour chaque date d'entrée en enceinte :

Tableau 1 - Caractérisation des séries successives d'entrée en enceinte

Série	Date d'entrée en enceinte	Photopériode d'observation	Autres t° < 8°C avant entrée en enceinte	
1	2 septembre	14	0	
2	11 septembre	14	0	
3	23 septembre	14	0	
4	3 octobre	14	6	
5	13 octobre	14	6	
6	23 octobre	14	12	42
7	14 novembre		12	101
8	18 novembre		12	242
9	2 décembre	14	12	467
10	22 décembre		12	831
11	6 janvier	14	12	1 120
12	20 janvier		12	1 384
13	3 février	14	12	1 682



à 14 h, la longueur des pétioles est relativement constante, alors qu'à 12 h les pétioles restent courts jusqu'à la date d'entrée en enceinte du 22 décembre puis s'allongent au-delà. La figure 2 présente le nombre de hampes florales émises : à 14 h il est faible, correspondant à des hampes initiées avant l'entrée en enceinte ; à 12 h il est élevé pour les entrées des 23 octobre et 18 novembre, puis diminue jusqu'au niveau de celui des plantes observées à 14 h à partir du 6 janvier. L'observation des stolons montre également une inhibition de leur formation uniquement quand les plantes sont observées à 12 h à moins de 1 000 heures de froid.

Dans cet essai, on n'a donc pas observé de faciès dormant chez les plantes observées à 14 h d'éclairement, mais seulement chez les plantes observées à 12 h et n'ayant pas reçu suffisamment de froid (somme des heures où la température a été inférieure à 8°C), ce qui justifie la pratique agricole qui remplace le froid par un éclairage d'appoint dans certaines cultures forcées.

### Rôle de la photopériode dans l'installation de la dormance

Plusieurs variétés ont été observées en enceintes climatisées pendant l'été et l'automne 93, dans une série d'essais présentés dans le tableau 2.

Tableau 2 - Caractérisation des 4 essais réalisés en enceinte climatique. Automne 1993

Essai	EC1	EC2	EC3	EC4
Date d'entrée en enceinte	5/07	16/07	30/08	4/11
	9 h	9 h		9 h
Photopériode	12 h	12 h	12 h	12 h
	15 h	15 h	15 h	14 h

Tableau 3 - Longueur moyenne des pétioles émis 2 mois après entrée en enceinte

	9 h			12 h				15 ou 14 h			
	EC1	EC2	EC4	EC1	EC2	EC3	EC4	EC1	EC2	EC3	EC4
Belrubi	108	-	45	129	-	76	78	264	-	173	231
Bogota	-	117	-	-	127	132	-	-	199	178	-
Chandler	-	-	63	-	-	131	102	-	-	165	250
Elsanta	102	101	33	104	121	62	36	215	172	137	129
Favette	177	117	33	174	172	103	75	226	213	183	192
Redgauntlet	78	76	31	94	83	84	43	198	185	146	170
Selva	144	141	82	153	157	153	89	187	181	163	204
Valeta	84	88	-	128	146	76	-	162	206	100	-
Moyenne*	125	109	44,8	131	133	101	60,8	207	188	157	174

\*Moyenne pour les 4 variétés présentes dans tous les essais

Dans tous les cas, les plantes ont été observées à 25°C jour, 15°C nuit, un fil de couleur différente étant placé toutes les 2 semaines sur les plus jeunes feuilles émises, permettant ainsi de connaître leur date approximative d'émergence.

Nous ne présenterons ici que les observations les plus marquantes :

#### ■ des différences variétales nettes dans un même essai

La figure 3, qui présente la longueur moyenne des pétioles marqués chez 2 variétés Redgauntlet et Selva dans l'essai 2, à 15 et 12 h d'éclairement, montre que Redgauntlet a réagi beaucoup plus à l'abaissement de la durée du jour que Selva.

#### ■ des différences importantes entre essais

Le tableau 3 présente la longueur moyenne des pétioles émis 2 mois après entrée en enceinte : les pétioles sont plus courts dans les essais 3 et 4 que dans les essais 1 et 2, les différences étant particulièrement nettes aux photopériodes courtes. L'observation de l'évolution de la longueur des pétioles successifs est très intéressante : ainsi la figure 4 présente la longueur des pétioles de la variété Redgauntlet dans les essais 2 et 4 ; lorsque les plantes sont observées à 12 ou 9 h de jour, la longueur des pétioles est très

Figure 1 : Longueur des pétioles les plus longs (moyenne de 6 plantes) pour chaque date d'entrée en enceinte (séries successives, voir tableau 1)

Photopériode : ● 14 h, — 12 h

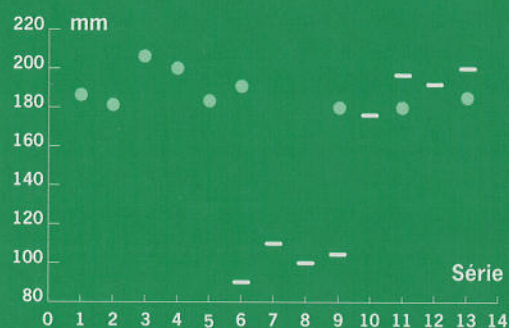


Figure 2 : Nombre de hampes florales produites (somme de 6 plantes) pour chaque date d'entrée en enceinte (séries successives, voir tableau 1)

Photopériode : ● 14 h, — 12 h

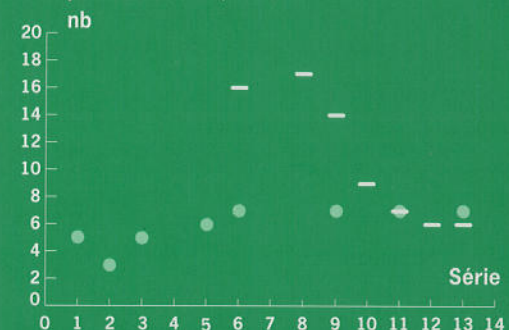


Figure 3 : Longueur moyenne des pétioles des feuilles adultes en fonction de leur date d'émergence approximative (date de marquage toutes les 2 semaines)

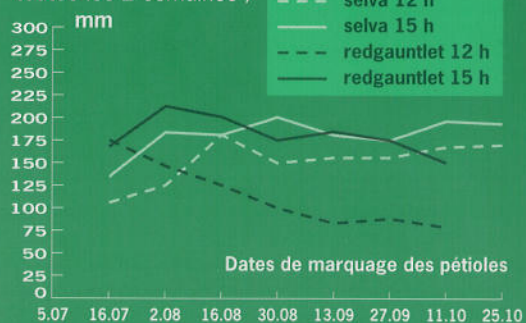
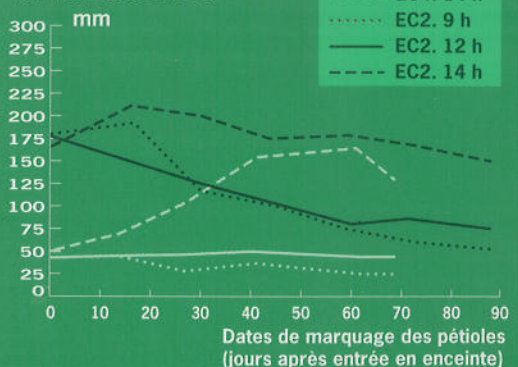


Figure 4 : Longueur moyenne des pétioles adultes des feuilles successives





peu fluctuante dans le 4<sup>ème</sup> essai alors que, dans l'essai 2, elle diminue progressivement. Il est probable qu'on observe dans l'essai 2 l'installation d'une dormance, dormance établie le 4 novembre, date de l'entrée en enceinte de l'essai 4. Chez toutes les variétés observées on observe un phénomène analogue, l'entrée en dormance semblant plus rapide à 9 h qu'à 12 h.

## Quelques caractéristiques de l'effet des basses températures

De toute une série d'essais se dégagent quelques conclusions importantes :

### ■ Quantification des basses températures agissantes

La somme des heures où le plant de fraisier a été soumis à une température inférieure à 8°C, que ce soit en pépinière ou en frigo paraît une bonne mesure de la quantité de froid perçue par la plante (Risser G., Robert F., 1993)

### ■ Effet progressif de la durée du froid subi

Pendant l'hiver 1992-93, nous avons observé des plants de plusieurs variétés qui, après avoir été arrachés le 10 décembre, avaient été conservés au frigo de 2 à 18 semaines puis observés en serre. Un cache noir était placé sur les plants de 17 h 30 à 8 h 30 pour assurer une photopériode constante. La figure 5 compare la longueur moyenne des pétioles les plus longs de chaque série de plants, en fonction de la quan-

tité de froid reçue avant repotage et montre un effet progressif de la durée du froid jusqu'à 1600 heures (seuls ont été pris en compte les pétioles émergés avant la fin mars, période pendant laquelle les pétioles des plantes témoins n'ayant pas reçu de froid sont restés courts)

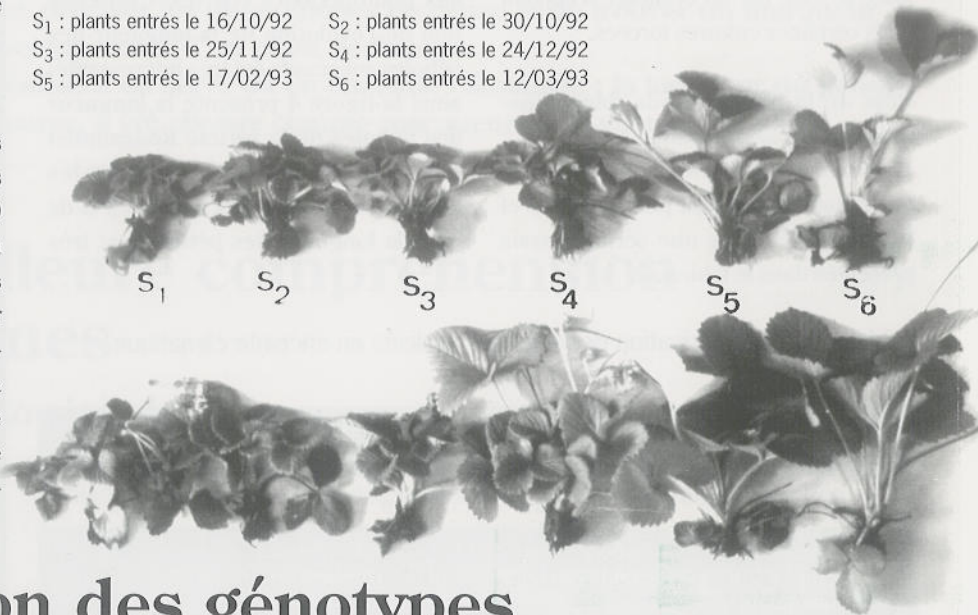
### ■ Effet temporaire de l'effet stimulant du froid

La figure 6 montre, dans le même essai, chez la variété Favette, la longueur des pétioles successifs émis jusqu'à fin mars chez des plants ayant subi un nombre d'heures de froid variable ; alors que tous les pétioles sont courts après 345 et 688 h de froid, on constate, pour les durées de froid supérieures, une stimulation de la croissance pendant quelques semaines, après quoi, les pétioles suivants deviennent plus courts.

Dans les conditions normales de culture, la fugacité de l'action du froid n'apparaît pas, car au printemps le plant pousse dans des conditions de plus en plus favorables à sa croissance (longueur du jour, température, rayonnement). L'effet du froid est également temporaire sur les 2 autres phénomènes sur lesquels il agit : arrêt de l'initiation florale et émission de stolons.

Figure 10 - Plants de Favette et d'Elsanta à la fin des essais en enceinte climatisée (12 h de jour - 12 h de nuit ; 23°C jour - 13°C nuit)

S<sub>1</sub> : plants entrés le 16/10/92    S<sub>2</sub> : plants entrés le 30/10/92  
S<sub>3</sub> : plants entrés le 25/11/92    S<sub>4</sub> : plants entrés le 24/12/92  
S<sub>5</sub> : plants entrés le 17/02/93    S<sub>6</sub> : plants entrés le 12/03/93



## Caractérisation des génotypes

**D**ans l'état actuel de nos connaissances, il apparaît que l'adaptation variétale aux conditions hivernales, va être la conséquence de plusieurs facteurs :

la capacité à pousser en jours courts, une fois la dormance complètement installée : ainsi la figure 7 montre que à 9 h d'éclairement, les variétés Redgauntlet et Elsanta ont eu des pétioles beaucoup plus courts que ceux des autres variétés observées.

Le nombre d'heures de froid nécessaire pour une photopériode donnée :

- à une croissance jugée suffisante ;
- à l'arrêt de l'initiation florale ;
- à l'émission de stolons.

Ces 3 valeurs pouvant ne pas être identiques pour une même variété ; la variété idéale pour une culture chauffée sous abri doit avoir besoin de peu de froid pour pousser correctement mais de beaucoup de froid pour interrompre l'initiation florale.

Une batterie de chambres climatisées serait un bon outil pour caractériser les génotypes avec précision, mais c'est un instrument coûteux et ne permettant pas l'étude de nombreux génotypes, exigence des sélectionneurs. Moyennant certaines précautions, l'observation des plantes en serre peut fournir des renseignements suffisants pour la majorité des besoins agricoles mais ces essais seront toujours longs et délicats, d'où l'intérêt de trouver un marqueur des potentialités de croissance du plant qui évite une longue culture.





# Recherche de marqueurs biochimiques

**D**epuis 2 ans, des recherches sont en cours avec la collaboration de l'Université et du centre Inra de Clermont-Ferrand (Laboratoire de Physiologie Intégrée de l'Arbre Fruitier = PIAF) pour trouver un marqueur précoce des potentialités de croissance d'un plant de fraisier.

Cette recherche s'est appuyée sur des travaux déjà réalisés sur d'autres végétaux et notamment sur ceux du Professeur Gendraud.

Les études ont été faites sur des plants des variétés Favette et Elsanta, prélevés dans une pépinière mise en place à Clermont-Ferrand.

Parmi les marqueurs étudiés jusqu'ici, la mesure des potentialités énergétiques par suivi des teneurs en nucléotides (composés biochimiques liés à l'énergie cellulaire des organes d'un plant), au niveau des bourgeons et des parenchymes sous apicaux (figure 8), semble le plus intéressant. Deux types de nucléotides, l'adénosine triphosphate (ATP) et les nucléotides triphosphates non adényliques (NTP) ont été quantifiés par analyse enzymatique (Gendraud, 1977) de juillet 92 à avril 93 pour la variété Elsanta et de septembre 92 à avril 93 pour la variété Favette (figure 9). Parallèlement à ces mesures,

l'observation de plants transférés de la pépinière à une enceinte climatisée (durée du jour : 12 h, température de jour : 23°C, de nuit 13°C) permettait de suivre l'évolution physiologique des plants (figure 10) en prenant pour marqueur morphologique la longueur des pétioles (tableau 4).

La comparaison des figures 9 et 10 et du tableau 4 montre que les faibles taux de nucléotides atteints à partir du début septembre coïncident avec la formation de pétioles courts (fraisiers dormants) et que l'augmentation observée à partir de décembre coïncide avec l'allongement des pétioles (levée de dormance). Les basses températures permettraient aux plants de fraisiers de retrouver l'aptitude à synthétiser des composés énergétiques nécessaires à leur reprise de croissance au printemps, aptitude perdue en début d'automne.

L'estimation de l'énergie disponible dans le bourgeon et le parenchyme sous-apical (particulièrement sous forme de nucléotides NTP) semble donc bien rendre compte des potentialités de croissance du plant et pourrait permettre de déterminer le début de levée de dormance.

Tableau 4 - Moyenne des longueurs de pétioles (mm) de plants de Favette et d'Elsanta (4 plants) entrés en enceinte climatisée (12 h par jour) à différentes dates

	Dates d'entrée en enceinte					
	16/10/92	30/10/92	15/11/92	24/12/92	17/02/93	12/03/93
Favette	26,7	31,4	35,1	46,4	59,8	66
Elsanta	23,8	19,8	22,6	27	52	49,5

## Conclusion

Cette étude s'insère dans le programme national de recherches et d'expérimentation «Fraises de France» sur la qualité du plant de fraisier. Elle n'est pas terminée, mais ses premiers résultats nous ont paru suffisamment prometteurs pour mériter d'être présentés.

## Littérature citée

• GENDRAUD M., 1977. Etude de quelques aspects du métabolisme des nucléotides des pousses de topinambour en relation avec leurs potentialités morphogénétiques. *Physiol. vég.*, 15:124-132

• RISSER G., ROBERT F., 1993. What cold treatments promote growth in strawberry? *Acta Horticulturae*, 348:381-383.

Figure 5 : Longueur des pétioles les plus longs (moyenne de 6 plantes) en fonction des heures de froid (<8°) subies avant empotage

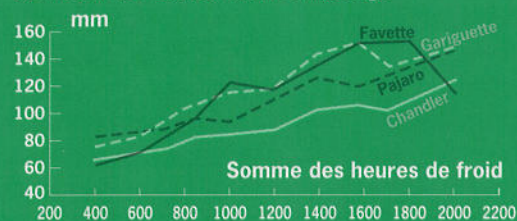


Figure 6 : Longueur comparée de pétioles adultes émergés aux mêmes dates sur des plantes ayant reçu des quantités de froid différentes (somme des heures < 8°C)

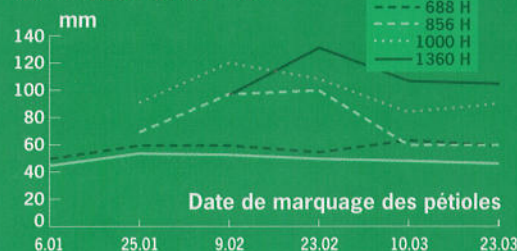


Figure 7 : Longueur des pétioles successifs de plantes cultivées en jours courts : 9 h d'éclairement (essai EC4)

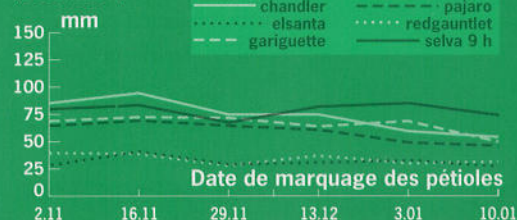


Figure 8 : Coupe schématique d'un fraisier

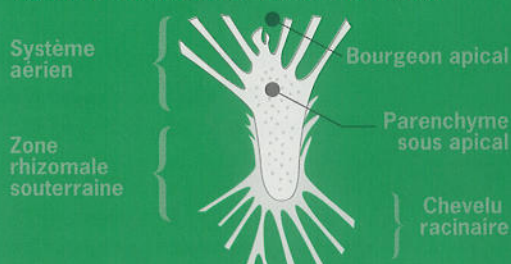
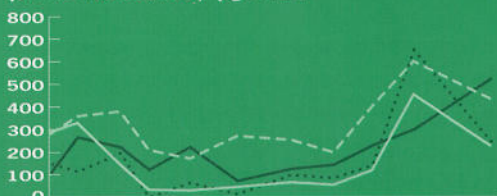


Figure 9 : Mesure des nucléotides de plants au champ : variétés Elsanta et favette

### Variété Elsanta

pm de nucléotides / µg d'ADN



### Variété Favette

