

Le développement des plantes vu par les agronomes

FICHE QUESTIONS SUR... n°01.01.Q01

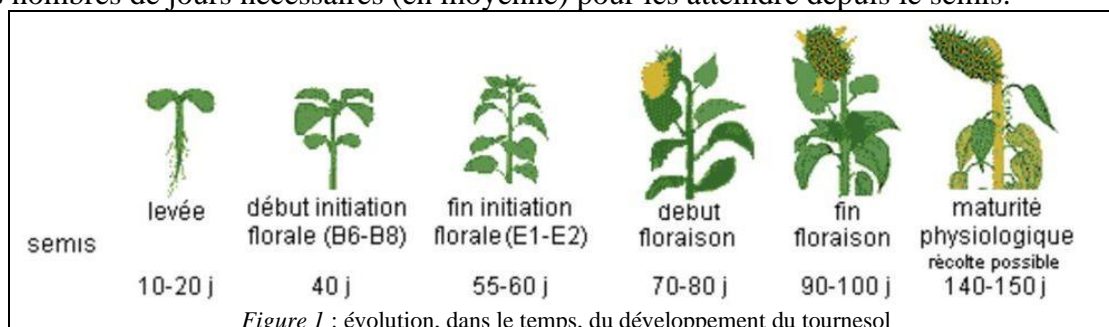
Mots clés : développement - température - photopériode - vernalisation - somme température - modèle

**La croissance et le développement d'une plante ne sont pas la même chose.
Cette fiche en donne l'explication.**

Définition du développement

Alors que la croissance d'une plante fait référence à une augmentation quantitative de sa taille ou de son poids (mesurées par la longueur, la hauteur ou la masse), le développement correspond à un changement qualitatif de son fonctionnement (exemple : passage à l'état reproducteur) ou de sa forme (exemple : apparition de nouveaux organes). Le développement résulte du fonctionnement d'un méristème¹ qui crée régulièrement de nouvelles structures (feuilles, fleurs, etc.) et passe par des stades caractéristiques marquant les différentes étapes de la vie de la plante.

La Figure 1 présente quelques stades caractéristiques du développement d'une culture de tournesol, ainsi que les nombres de jours nécessaires (en moyenne) pour les atteindre depuis le semis.



Le déroulement du développement au cours du temps est sous la dépendance des facteurs et conditions du milieu, parmi lesquels les plus importants sont la température et la durée du jour (photopériode).

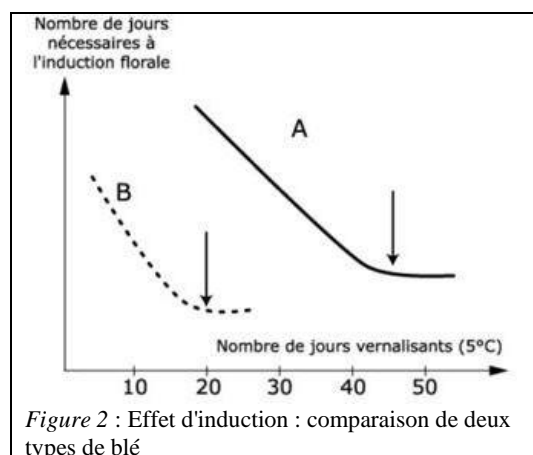
Il faut toutefois mentionner qu'il n'y a pas une totale indépendance entre développement et croissance : l'apparition de certains stades de développement peut dépendre de conditions de croissance particulières. Ainsi, le stade floraison du blé se manifeste en règle générale après le stade épiaison ; mais un déficit hydrique sévère, en provoquant un ralentissement de la croissance de la tige alors que l'épi à l'intérieur de la tige continue à se différencier, peut inverser l'ordre habituel.

Effets de la température

La température a deux effets majeurs sur le développement : un effet d'induction et un effet d'activation des processus biologiques.

Effet d'induction

Pour beaucoup d'espèces, le passage à l'état reproducteur (ou induction florale) nécessite l'effet d'une température basse (vernalisation) se traduisant par un grand nombre de jours vernalisants pour assurer rapidement l'induction florale ; aussi, la variété A devra être semée plus tôt à l'automne que la variété B, pour garantir la satisfaction de ses importants besoins de froid. On dira de cette variété A qu'elle est de *type Hiver* tandis qu'on qualifiera de *type alternatif* une variété B ayant de faibles besoins.



¹ Tissu jeune, à cellules serrées, qui engendre les autres tissus végétaux.

L'efficacité des jours vernalisants dépend de leur température. Elle est maximale dans une fourchette assez large de températures (par exemple entre 3 et 10 °C dans le cas du blé tendre), et est diminuée, voire annulée en dehors.

Effet d'activation

De manière générale, l'augmentation de température accélère le développement ; sur une certaine gamme, cet effet est linéaire. La Figure 3 représente une compilation de données concernant la vitesse d'apparition des feuilles du maïs en fonction de la température (chaque donnée est exprimée en valeur relative, la vitesse maximale étant observée pour une température de 31 °C et notée 1,0). On constate entre 6 °C et 31 °C une relation en S (courbe en noir) que l'on peut approximer par une relation linéaire (droite représentée en rouge).

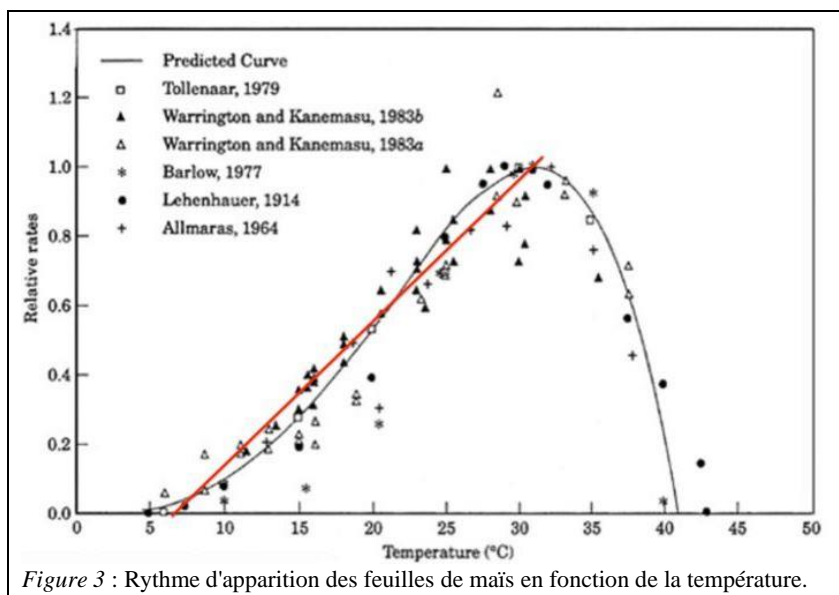


Figure 3 : Rythme d'apparition des feuilles de maïs en fonction de la température.

Sur la gamme 6 °C-31 °C, la vitesse de développement est donc sensiblement proportionnelle à la température. Si l'on généralise cet exemple en définissant la vitesse de développement V comme étant l'inverse du temps N (exprimé par exemple en nombre de jours) nécessaire pour passer d'un stade à un autre, on a donc :

$$V = 1/N = a (T - T_0)$$

où T_0 correspond à la température minimale permettant le développement (T_0 est appelé *température de base* ou *zéro de végétation*, même si cette valeur est différente de 0, comme dans l'exemple précédent où elle est égale à 6 °C). On en déduit que :

$$N (T - T_0) = 1/a$$

ce qui signifie que le nombre de jours nécessaire pour passer d'un stade à l'autre multiplié par la température utile (c'est à dire au-dessus du zéro de végétation) est constant (et égal à $1/a$).

Ce modèle linéaire d'action de la température est la base du *modèle des sommes de température* largement utilisé par les agronomes pour caractériser les exigences thermiques de nombreuses espèces et variétés, et pour prévoir la réalisation des stades de développement.

Effets de la photopériode

Pour certains stades de développement et certaines espèces, la durée du jour (appelée photopériode) intervient pour moduler l'effet des températures. Il existe ainsi des plantes dites *de jours longs* pour lesquelles le temps nécessaire (ou la somme de températures) pour arriver à la floraison diminue quand les jours s'allongent jusqu'à un certain seuil, et des plantes *de jours courts* pour lesquelles c'est l'inverse. Ainsi le maïs – qui fleurit en été – est malgré tout une plante de jour court. Sous nos latitudes, cela n'a pas d'impact mais cela explique que dans les latitudes septentrionales où la durée du jour est très longue en été (jusqu'à 24 h avec le soleil de minuit), on ne rencontre pas de maïs. Non seulement les températures fraîches ralentissent son développement, mais, en plus, les valeurs de cumul à atteindre sont très augmentées. Bref, c'est la double peine !

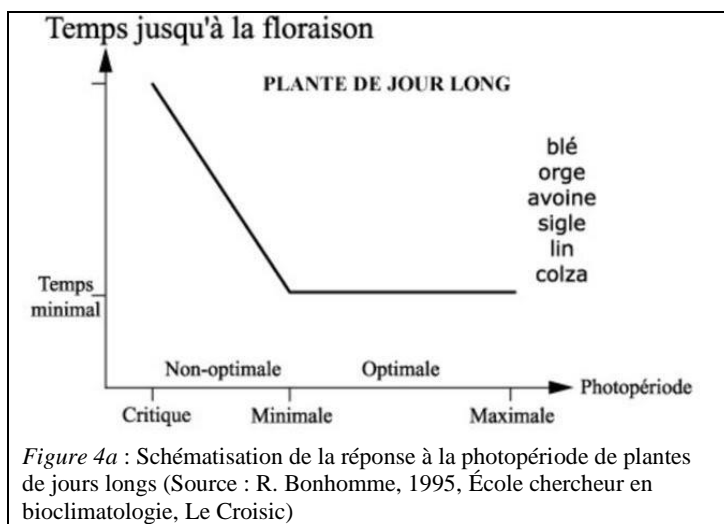
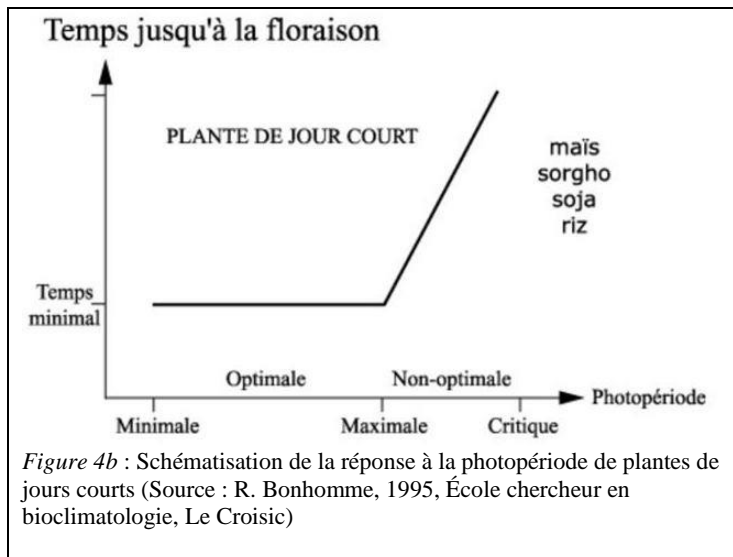


Figure 4a : Schématisation de la réponse à la photopériode de plantes de jours longs (Source : R. Bonhomme, 1995, École chercheur en bioclimatologie, Le Croisic)

Certains stades peuvent ne se réaliser que pour une durée du jour donnée, ce qui impose des contraintes de culture. Par exemple, le début de la montaison du blé arrive toujours vers le début avril, car ce stade se réalise quand la durée du jour atteint une certaine valeur, obtenue à cette période sous nos latitudes. Quand on sait que la production des talles (ramifications) ne commence qu'après une certaine somme de température après le semis et se termine au début de la montaison, on comprend que la durée de cette période, et donc le tallage, diminuent quand les semis sont tardifs.

Cela justifie des densités de semis plus fortes lors des semis tardifs pour compenser cette diminution du tallage.



Modélisation du développement

Aujourd'hui, des modèles permettent de prévoir à l'échelle de la parcelle les dates de réalisation des stades de développement des variétés les plus cultivées de très nombreuses espèces. Cela permet aux agriculteurs d'ajuster la conduite culturale, les dates d'intervention, et de diagnostiquer d'éventuels dysfonctionnements.

Ces modèles opérationnels reposent sur les effets décrits ci-dessus. Le modèle calcule quotidiennement le cumul des températures utiles (à partir de la température moyenne journalière) en pondérant éventuellement l'efficacité de la température du jour par un coefficient lié à la photopériode et à la vernalisation pour les stades qui y sont sensibles. Le stade se réalise quand le cumul atteint le besoin vernalo-photo-thermique caractéristique de la variété.

Philippe LETERME, membre de l'Académie d'Agriculture de France

avril 2022

Ce qu'il faut retenir :

Le développement d'un végétal est le résultat d'une interaction complexe entre un programme morphogénétique spécifique et des conditions de milieu, parmi lesquelles température et durée de jour apparaissent prépondérantes, même si d'autres facteurs interviennent (la qualité du rayonnement, le stress hydrique par exemple).

Afin de comprendre les observations de terrain, aider la prise de décision des agriculteurs, et orienter des programmes de création variétale, les agronomes ont développé des approches empiriques simplifiant cette réalité (d'une manière outrageuse pour nombre de physiologistes) en élaborant des modèles. Ceux-ci sont certes insuffisants à l'échelle des mécanismes cellulaires, mais utilisables et efficaces à l'échelle des peuplements végétaux et des parcelles.

Le large succès du *modèle des sommes de température* est à cet égard emblématique.