

Pois d'hiver. La résistance au froid bientôt décryptée

Véronique Biarnès, Christophe Lecomte, Isabelle Lejeune-Henaut

▶ **To cite this version:**

Véronique Biarnès, Christophe Lecomte, Isabelle Lejeune-Henaut. Pois d'hiver. La résistance au froid bientôt décryptée. Perspectives Agricoles, 2016, 436, pp.32-35. hal-01602479

HAL Id: hal-01602479
https://hal.science/hal-01602479

Submitted on 27 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International License

POIS D'HIVER

LA RÉSISTANCE AU FROID bientôt décryptée

Les conditions climatiques, soumises à de fortes variations interannuelles, sont susceptibles d'entraîner d'importantes pertes à la récolte. Il est nécessaire de continuer à améliorer la résistance des pois au gel et à la verse pour rendre cette culture plus fiable dans une plus grande diversité de régions.



Les variétés de pois d'hiver « Hr » contribuent à l'extension de l'aire de culture aux sols argileux.

© N. Cornec - ARVALIS-Institut du végétal

Le cycle de développement du pois d'hiver est plus précoce que celui du pois de printemps : il échappe ainsi à différents stress climatiques de fin de printemps (stress hydrique et fortes températures) et à certains parasites (thrips, sitones, cécidomyies, aphanomyces...). Sa récolte précède celle du blé et du colza, évitant ainsi les concurrences lors des chantiers de récolte. En revanche, il peut être touché par des épisodes de gel hivernal. Des progrès génétiques importants ont d'ores et déjà été réalisés ces dernières années, notamment sur la résistance à la verse et au gel *(1)*.

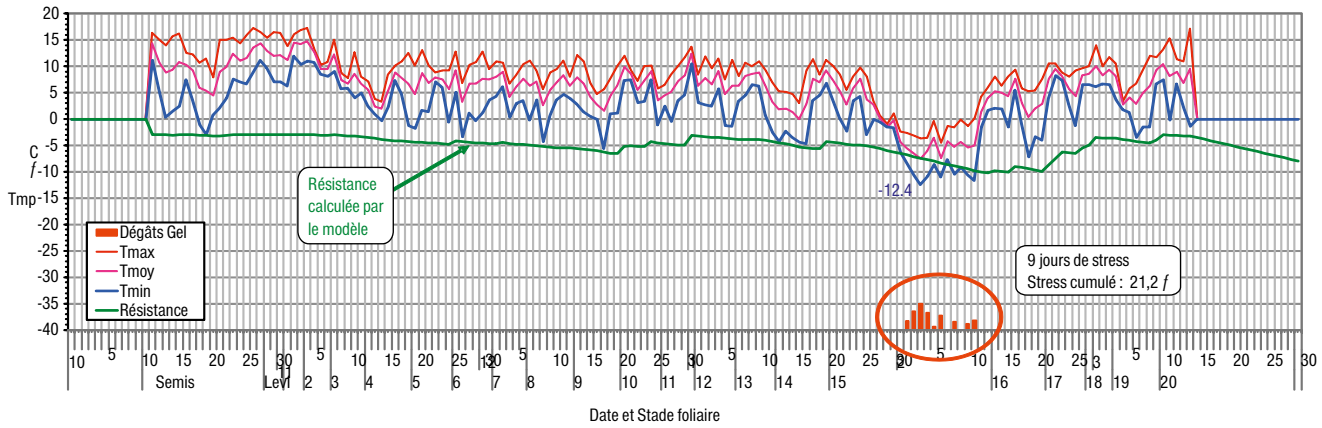
Les pois d'hiver « classiques », dits « hr », ne sont pas réactifs à la photopériode. Ils se développent proportionnellement à la température et nécessitent d'être semés assez tard à l'automne. Il convient en effet d'éviter un stade trop avancé en sortie d'hiver pour résister à d'éventuelles gelées tardives au printemps. Des variétés réactives à la photopériode, dites « Hr », peuvent être semées plus précocement, dans de meilleures conditions d'implantation que les pois d'hiver « hr ». Ces variétés Hr permettent d'envisager une extension de l'aire de culture du pois aux sols argileux.

Les effets du gel de mieux en mieux connus

Le gel peut provoquer la formation de cristaux de glace à l'intérieur des cellules et entraîner leur mort si les membranes cellulaires sont endommagées. Lorsque la baisse des températures est lente, la cellule a le temps de s'adapter par augmentation de la pression osmotique, qui limite la formation des cristaux de glace, et par modification de la composition des phospholipides membranaires (maintien de la fluidité des membranes). Des études ont montré que les variations de concentration de certains sucres, modifiant la pression osmotique au cours de l'acclimatation au froid, seraient corrélées à l'acquisition de la résistance au gel.

À l'échelle de la plante, les organes souterrains sont en général plus sensibles au gel que les organes aériens. La résistance des bourgeons varie en fonction de leur âge. Les bourgeons situés à l'extrémité des tiges seraient moins résistants. Les bourgeons reproducteurs, plus gros et contenant en proportion plus d'eau, ont une sensibilité accrue au gel.

RÉSISTANCE AU FROID : des hivers plus doux nécessitent un endurcissement plus rapide



Le stress cumulé correspond à la somme des écarts de températures entre la résistance calculée par le modèle et la température minimale lorsque cette dernière est inférieure : on considère alors qu'il y a dégât de gel.

Figure 1 : Utilisation du modèle « gel » sur les données de Mons 2012 pour une lignée de type Hr avec une résistance-seuil de -17,5° et une durée d'endurcissement de 49 jours. Avec une durée d'endurcissement de 35 jours, les dégâts de gel sont moins importants : ils s'étendent sur 4 jours avec un stress cumulé de 5,6 °C.

Lorsque des cellules sont détruites par le gel, les dégâts peuvent aller d'une simple nécrose des tissus à la mort de la plante. En conditions agronomiques, les dégâts de gel s'évaluent à l'échelle de la plante entière. Ils apparaissent tout d'abord sous forme de brûlures sur le bord des feuilles, puis les nécroses progressent du haut vers le bas de la plante. La survie de la plante dépend de la proportion de tige non nécrosée à la base et de l'état du système racinaire. Dans le meilleur des cas, les bourgeons axillaires inférieurs peuvent donner naissance à des ramifications qui prendront le relais du méristème terminal si ce dernier a été détruit.



TEL50 : un indicateur de la vitesse d'endurcissement pour comparer, à terme, les génotypes

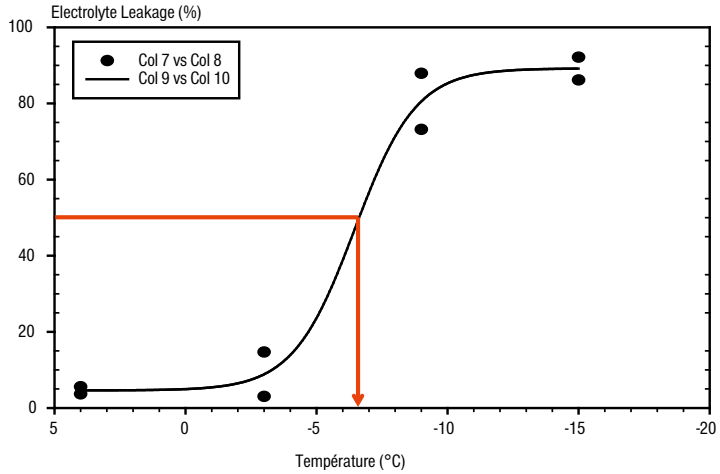


Figure 2 : Pourcentage de fuite d'électrolytes en fonction de la température pour des échantillons de la variété de pois Térèse, préalablement soumis à 14 jours d'endurcissement (4 °C le jour, 2 °C la nuit). Pour chaque échantillon, le pourcentage de fuite d'électrolytes représente le rapport entre la conductivité mesurée après passage de l'échantillon à la température cible (ici 4 °C, -3 °C, -9 °C, -15 °C) et la conductivité mesurée après passage du même échantillon à -80 °C. Dans cet exemple, après 14 jours d'endurcissement (4 °C jour et 2 °C nuit), la variété Térèse est caractérisée par une TEL50 située entre -6 °C et -7 °C.

Analyser les mécanismes de résistance

La résistance au gel est évaluée sur le site expérimental de Chaux-des-Prés dans le Jura, géré par l'INRA de Dijon, où les températures descendent chaque hiver, régulièrement et progressivement, en dessous de 0 °C et jusqu'à -25/-30 °C. Ces conditions permettent d'évaluer la résistance-seuil des pois, c'est-à-dire le niveau de gel qu'une variété peut supporter lorsque l'endurcissement est maximal (acclimatation au froid acquise après plusieurs jours d'exposition à des températures négatives) et quand son stade de développement est suffisant.

« **Il faut continuer à sélectionner** un niveau élevé de la résistance-seuil, tout en recherchant un endurcissement rapide. »

Le modèle « gel » développé sur le blé (Lecomte et al., 2003) a été adapté au pois d'hiver. Ce modèle a été utilisé en Bourgogne (projet PSDR Bourgogne) dans une perspective de changement climatique, en utilisant des projections du climat bourguignon, sur la base des scénarios climatiques du GIEC. Avec le réchauffement climatique, le modèle prévoit paradoxalement une augmentation du nombre de jours occasionnant des dégâts dus au gel. Cet effet s'accompagne, en revanche, d'une diminution de l'exposition à des gels intenses pendant la période hivernale. Ce modèle a également été appliqué aux données de l'année 2012, lors de laquelle des dégâts importants ont été observés sur les cultures, suite à un gel intense et brutal survenu début février. La période de températures douces qui a précédé cet épisode de gel avait entraîné un moindre endurcissement des plantes *(figure 1)*.

Les résultats de simulation, en faisant varier les durées d'endurcissement, laissent supposer qu'il existe une variabilité génétique pour la vitesse d'endurcissement chez les deux types de pois d'hiver Hr et hr. Il a ainsi été possible d'identifier, parmi les différents paramètres du modèle, ceux qui doivent constituer des cibles prioritaires pour la sélection, dans le contexte du réchauffement climatique. Il faut ainsi continuer à sélectionner un niveau élevé de la résistance-seuil des variétés, tout en recherchant un endurcissement rapide.

Les évaluations se poursuivent

Afin de tester la variabilité de ces deux paramètres (résistance-seuil et vitesse d'endurcissement), l'INRA de Mons mène des travaux en conditions contrôlées. Des résultats préliminaires, obtenus lors de trois expérimentations conduites en chambre climatisée (15, 20 ou 25 jours d'endurcissement sur une gamme de 28 génotypes) ont abouti à l'identification de comportements variétaux différents.

L'évaluation précise de la résistance au gel et de la vitesse d'endurcissement peut, par ailleurs, être obtenue à partir de la mesure de dégâts tissulaires, par la détection de fuites d'électrolytes (substances libérées à la suite de la destruction des membranes cellulaires et conductrices du courant électrique). Pour cela, des échantillons de parties aériennes (tiges principales avec feuilles) sont prélevés sur des plantules préalablement soumises à différentes durées d'endurcissement en chambre climatisée (7, 14, 21 ou 28 jours). Ces plantes sont ensuite


L'endurcissement des pois est testé sur des plantules en chambre climatisée.
© INRA Mons



En cas de gel, la survie de la plante dépend de la proportion de tige non nécrosée à la base et de l'état du système racinaire.

© I. Chaillet - ARVALIS-Institut du végétal

soumises à un gel progressif dans un congélateur programmable. Les mesures de fuites d'électrolytes - par exemple après application de 14 jours d'endurcissement à un régime de températures de 4 °C le jour et 2 °C la nuit puis d'un gel de plus en plus sévère (-2 °C, -4 °C, -6 °C et jusqu'à -36 °C) - permettent de déterminer la température « TEL50 » pour laquelle on observe 50 % de la fuite maximale d'électrolytes *(figure 2)*. Les premiers tests réalisés selon cette méthode ont débouché sur des niveaux de résistance-seuil équivalents à ceux mesurés à Chaux-des-Prés, pour 4 génotypes après 28 jours d'endurcissement.

Des améliorations méthodologiques sont encore nécessaires mais les premiers résultats laissent penser, dès à présent, qu'il sera possible de comparer les génotypes pour leur vitesse d'endurcissement et de détecter des génotypes présentant une vitesse d'endurcissement rapide.

(1) Voir Perspectives Agricoles n° 424, juillet-août 2015, p. 36 et n° 435, juillet-août 2016, p. 24.

Véronique Biarnès - v.biarnes@terresinovia.fr
Terres Inovia
Christophe Lecomte - christophe.lecomte@dijon.inra.fr
Isabelle Lejeune - isabelle.lejeune@mons.inra.fr
INRA

Le rayonnement pourrait influencer la résistance au gel

Les estimations de résistance au gel par le modèle actuellement utilisé sont nettement plus favorables à la résistance sur le site de Chaux-des-Prés que dans les situations courantes de culture du pois. La quantité de rayonnement reçue, nettement supérieure à Chaux-des-Prés et non prise en compte dans le modèle, jouerait un rôle dans la variabilité de l'endurcissement des plantes d'un milieu à un autre ; ce qui serait conforme aux données de la bibliographie. Il est donc prévu d'étudier l'effet du rayonnement par un dispositif d'ombrage à Chaux-des-Prés et de l'intégrer dans le modèle.