

L'effet du changement climatique sur le nectar

Combien d'entre vous se posent la question : « Ces changements climatiques influencent-ils la quantité et la qualité du nectar ? » C'est vrai, je me pose souvent cette question, mais je n'ai jamais pu y donner une réponse satisfaisante. Je ne suis pas apicultrice depuis de nombreuses années (seulement 8 ans) mais, à ma petite échelle, j'ai remarqué, surtout ces dernières années, un changement climatique drastique qui se traduit souvent par des gelées tardives, des pluies excessives, des floraisons étranges et hors période.

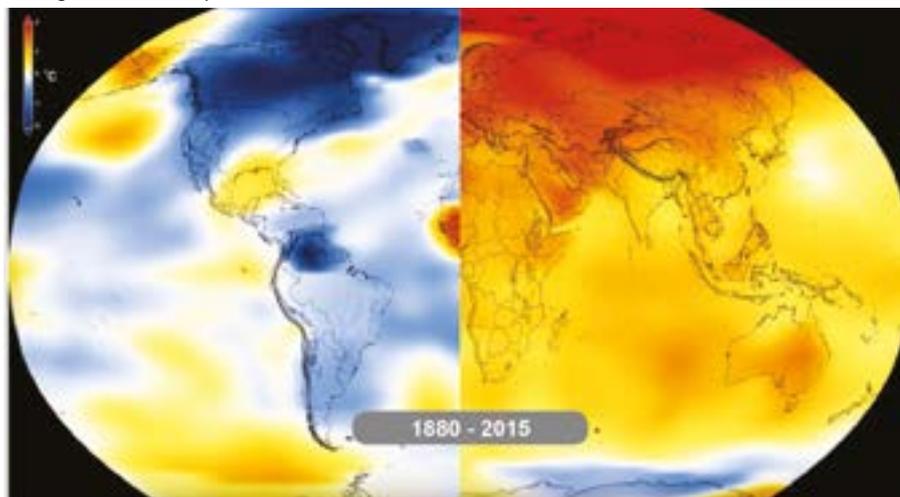
J'ai participé au congrès d'Aapi à Grosseto. Les apiculteurs étaient très intéressés d'approfondir le débat sur le climat et le nectar. Le rapport de Massimo Nepi, professeur associé de botanique à l'université de Sienne et celui de Daniele Alberoni (qui m'a donné l'occasion d'écouter et de prendre conscience de ce qui arrive à la floraison des acacias lors de variations de températures) m'ont tellement fasciné que je vais aussi essayer de vous expliquer comment le climat influence la quantité et la qualité du nectar.

L'augmentation des températures

Le premier facteur à prendre en compte lorsqu'on parle de sécrétions et de flux de nectar est l'augmentation de la température moyenne de notre planète. Je vous invite à regarder la vidéo « *global temperature anomalies from 1880 to 2017* », disponible sur les pages web de la NASA afin que vous puissiez vous rendre compte à quel point la situation a changé de l'ère préindustrielle à aujourd'hui. L'augmentation des tempé-

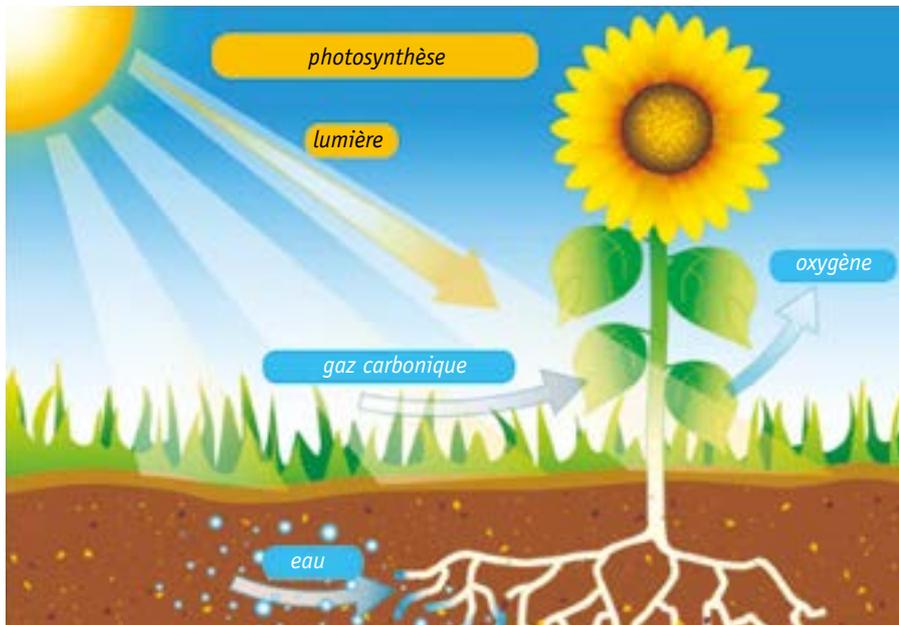
ratures a provoqué une augmentation progressive des périodes de sécheresse, un phénomène qui touche davantage la zone méditerranéenne et donc aussi l'Italie. Dans la zone méditerranéenne, la température moyenne a augmenté de 1,4 °C par rapport à l'ère préindustrielle, une valeur supérieure à l'augmentation moyenne de la planète, et les précipitations ont diminué de 10 à 30 %. Même si l'on parle de variation par rapport à l'ère préindustrielle, le changement réel a été enregistré au cours des 30 dernières années, les 5 dernières années ayant enregistré des records continus à la hausse.

Changement climatique dans le monde



La vitesse de changement

Le principal problème du changement brutal est que les espèces n'ont pas assez de temps pour s'adapter : l'évolution prend beaucoup de temps pour que les individus s'adaptent et perpétuent leurs caractéristiques gagnantes au sein de l'espèce. En outre, les changements soudains ont également des effets non seulement sur les



organismes individuels, mais aussi sur leurs interactions complexes et sous-estimées par l'homme.

Les plantes, bien sûr, ne font pas exception : elles aussi se trouvent en difficulté, à la fois en tant qu'individus, en tant que populations et en tant qu'acteurs d'interactions avec d'autres formes de vie (micro-organismes, insectes, autres pollinisateurs, espèces herbivores, etc.).

Des effets indirects...

La fleur et le nectar, qui sont l'interface avec les pollinisateurs, sont les éléments les plus affectés par l'augmentation de la température. Tout d'abord, les changements climatiques peuvent avoir des effets tant directs qu'indirects sur la production de nectar par la fleur. Les effets indirects affectent toute la plante, ce qui peut donner lieu à des floraisons étranges en automne-hiver ou à la fin de la période de floraison, et cela crée un découplage entre la présence de fleurs et la présence réelle d'insectes (en particulier les pollinisateurs).

Les floraisons tardives auront donc un effet négatif sur celles du printemps, car les ressources en sucre de la plante ne sont pas illimitées : s'il faut de l'énergie pour une floraison imprévue, elle ne sera plus disponible au printemps.

En revanche, l'augmentation des températures au printemps-été provoque une contraction de la période de floraison, avec une diminution du nombre de fleurs et de leur durée de floraison, et le phénomène entraîne inévitablement une

réduction de la quantité de nectar disponible pour les abeilles. Comme on peut le deviner, tous ces effets sont amplifiés par l'augmentation de la sécheresse.

Un autre effet indirect est la photosynthèse (processus par lequel la plante produit des sucres), si la température est trop élevée (plage optimale 25-30°C). La plante dans ce cas réduit son activité photosynthétique, et donc la production de sucres, avec des conséquences directes sur la sécrétion future de nectar.

Ce phénomène, nous a expliqué Nepi, peut également se produire quelques jours après l'événement climatique défavorable, ce qui explique la rareté du nectar même dans des conditions apparemment favorables, mais suivies de jours de chaleur excessive. Si, au contraire, les températures sont optimales, la plante peut produire beaucoup de sucre et l'accumuler pour la sécrétion ultérieure de nectar.

... et directs

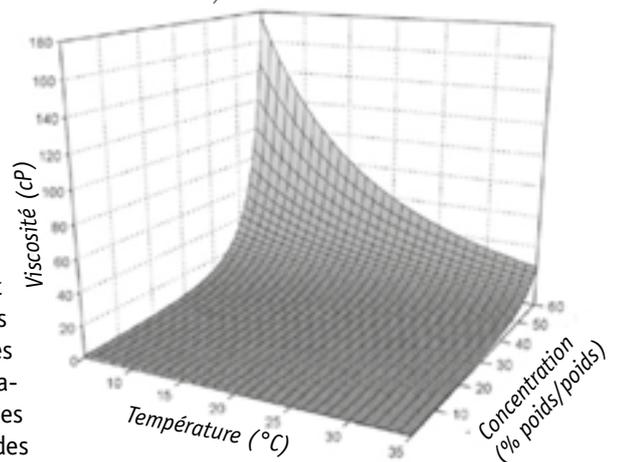
Les effets directs, en revanche, ne prennent en compte que le nectar, c'est-à-dire la quantité et la qualité. Le nectar est un composé biochimique constitué d'eau et de sucres (dérivés dans la plupart des cas de la photosynthèse) mais contient également d'autres substances telles que des protéines, des acides aminés, des acides organiques et des métabolites secondaires comme des composés organiques volatils, des

alcaloïdes, etc..., des substances qui ont un rôle très important pour attirer ou repousser nos abeilles. L'effet direct sur la qualité du nectar concerne précisément les métabolites secondaires contenus dans le nectar que la plante utilise, entre autres, pour se défendre du stress. Si ces substances proviennent d'une plante saine, qui fleurit dans des conditions idéales, elles sont très attractives pour les abeilles ; si elles sont produites par une plante stressée, elles ont un effet répulsif. Pour expliquer ce phénomène, le professeur Nepi a pris comme exemple la fleur d'oranger, qui produit de la caféine comme métabolite secondaire ; si le nectar en contient de petites quantités, l'alcaloïde stimule la capacité de mémoire des abeilles ; inversement, si la quantité est plus importante parce qu'elle est produite par une plante en situation de stress, la caféine a un effet dissuasif : les abeilles seront moins attirées par le nectar d'oranger.

Une étude n'a pas encore été réalisée sur les effets que les métabolites secondaires présents dans le nectar peuvent avoir sur les abeilles en fonction du changement climatique. Nous ne savons pas encore si les changements biochimiques provoqués par l'augmentation de la température peuvent ou non avoir des effets sur la santé de la ruche, mais nous savons que le changement climatique met en danger la disponibilité des ressources alimentaires telles que le nectar et le pollen.

Diagramme de la viscosité en relation avec la température.

Source : Nicolson S., Nepi M., Pacini E. 2007. *Nectaries and Nectar*. Springer, Dordrecht (The Netherlands)



La viscosité

Un autre aspect très important du nectar, qui peut varier considérablement avec le changement climatique, est sa viscosité, c'est-à-dire sa fluidité. Elle varie en fonction de la température et de la concentration en sucre : lorsque la température augmente, l'eau contenue dans le nectar a tendance à s'évaporer, ce qui fait que la concentration en sucre a tendance à augmenter, ainsi que sa viscosité. Ce phénomène influence grandement la capacité de l'abeille à prélever du nectar car, comme nous le savons, notre insecte possède un appareil suceur-lécheur (glosse terminé par un *flabellum* qui peut s'imprégner de nectar). La viscosité optimale pour l'abeille correspond à une concentration en sucre de 35 à 40 %, tandis qu'avec une viscosité trop élevée, l'activité de succion sera beaucoup plus difficile, voire impossible. Pour comprendre ce phénomène, il suffit de penser à une journée venteuse, avec une très faible humidité relative de l'air, par une belle journée de mai : l'acacia est blanc, il est beau, mais ses branches sont droites (elles n'ont pas à supporter le poids de l'eau habituellement contenue dans le nectar), il ne sent pas et les abeilles jouent aux cartes sur la planche d'envol, et laissent les apiculteurs l'esprit bien tranquille. Cela vous parle-t-il ?

Article traduit de la revue *l'apis*
| APRILE / MAGGIO | 4 | 2020
p 38-40

Photo : Sara Oldan



Flux de nectar : complexité

L'étude de cas de *Robinia pseudoacacia*

Ces dernières années, l'industrie apicole nationale a connu des périodes particulièrement difficiles, où la production moyenne de ruches a considérablement baissé, compromettant la stabilité économique des exploitations apicoles et la santé des abeilles. Le problème de la pénurie de miel, qui était autrefois largement imputable au « manque d'abeilles », n'est pas toujours lié au mauvais développement des ruches au cours des dernières saisons. Dans certains cas, de plus en plus fréquents, la rareté des récoltes est directement imputable à des problèmes environnementaux et climatiques. Le millésime 2019 est un exemple parfait d'instabilité environnementale, qui a ruiné la saison apicole en raison de la production rare ou nulle de nectar par de nombreuses plantes, tant arborées qu'herbacées. Par exemple, dans le nord-ouest, les abeilles sont sorties de l'hiver 2018/2019 merveilleusement bien, avec des populations importantes et saines, mais la végétation environnante n'a pas favorisé leur développement déjà à partir de la floraison du pissenlit, et cela ne s'est pas mieux terminé avec l'acacia. Essayant d'analyser quels sont les facteurs déterminant une bonne production de miel, des études récentes montrent comment 4 acteurs principaux (sol, plante, micro-organismes et abeille) coopèrent en synergie dans les phases de soutien nutritionnel à la plante, de production de nectar, d'attractivité des flux nectarifères et, enfin, de collecte et d'exploitation de ces derniers, avec le climat comme arbitre.

Les 4 principaux acteurs subissent directement l'impact des changements climatiques, avec des effets qui touchent parfois plus d'un seul acteur, et parfois les impliquent tous. Quelque soit le nombre de ces acteurs impliqués, le résultat, du point de vue de l'apiculture,

est toujours et en tout cas le même : la rare disponibilité du nectar.

Dans cet article, nous traitons des complexités du flux de nectar du point de vue des plantes, en prenant comme exemple le *Robinia pseudoacacia*, car dans les années 70 et 80, il a fait l'objet de quelques études physiologiques par des chercheurs hongrois, et d'autres. À cet égard, une grande partie des informations contenues dans cet article ont été extrapolées à partir d'une intéressante revue signée par Agnes Farkas et Edit Zajacz en 2007 (disponible à l'adresse web suivante : http://www.academia.edu/download/45384716/EJPS-B_12125-1510.pdf), qui recueille les besoins climatiques et physiologiques des principales plantes nectarifères d'intérêt apicole dans les climats continentaux.

L'acacia, exactement comme toutes les plantes à feuilles caduques des climats tempérés, doit effectuer un certain nombre de processus biochimiques et physiologiques qui permettent la formation d'une inflorescence attractive pour les insectes pollinisateurs et une fructification efficace.

Il est important de comprendre que pour l'acacia, le potentiel de production de nectar est déjà déterminé au stade de bourgeon. Le processus de différenciation de ces derniers commence déjà l'été précédent, et c'est à cette période que les futures fleurs sont différenciées, dans le processus de division des bourgeons primaires et secondaires, avec la détermination de leur qualité. La structure des bourgeons d'acacia est vraiment très similaire à celle de la vigne, avec un bourgeon primaire central et des bourgeons secondaires latéraux (fig. 1).

Si la plante d'acacia subit des conditions stressantes en été en raison du climat défavorable, la différenciation ne portera pas sur un grand nombre de bour-

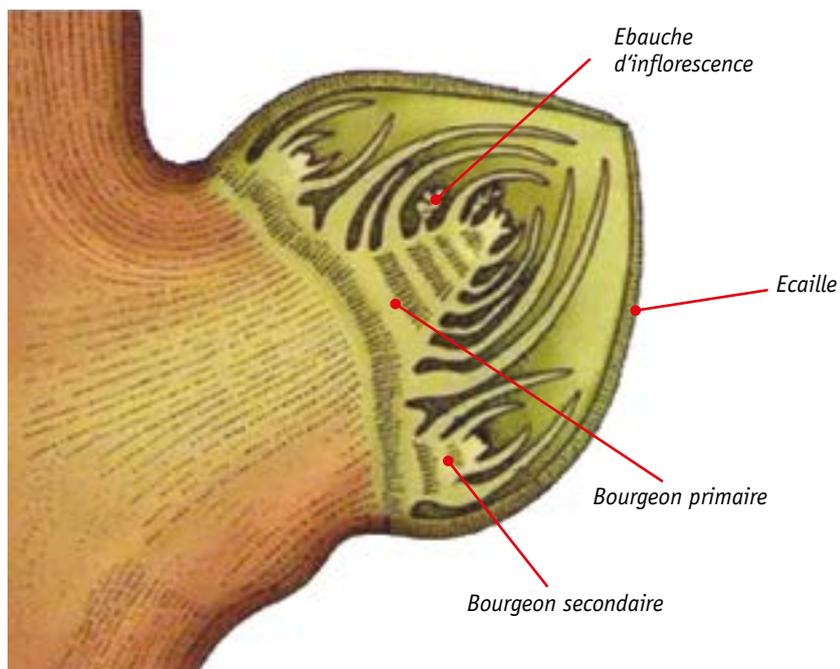


Fig. 1 - Structure du bourgeon de vigne (*Vitis vinifera*), avec les bourgeons principaux et secondaires | Photos du web

geons et, par conséquent, au printemps suivant, la plante ne pourra pas produire une floraison significative.

Dans la phase automnale, l'acacia commence la croissance des bourgeons, qui sont renforcés pour résister au froid. En hiver, tout comme la plupart des plantes à feuilles caduques typiques des climats tempérés, l'acacia doit satisfaire au besoin en froid. Froid qui ne doit pas être compris comme températures nécessairement inférieures à zéro. En fait, par besoin en froid on entend la quantité de froid nécessaire pour interrompre la quiescence et induire l'ouverture des bourgeons au printemps, et est calculé comme un nombre minimum d'heures avec une température inférieure à 8°C. Par exemple, le poirier (*Pyrus communis*) et le noyer (*Juglans regia*) ont besoin d'environ 700-800 heures (29 à 33 jours) de températures inférieures à 8°C pendant l'hiver. Malheureusement, le nombre exact d'heures de temps froid nécessaires pour l'acacia est encore inconnu.

Au printemps, le débourrement des bourgeons et donc le début de la circulation de la sève a lieu en même temps que la floraison des abricotiers (en moyenne mi-mars pour l'Italie du Nord). Il s'agit d'une période n'apparaissant pas comme étant à risque, où la plupart des apiculteurs sont amenés à considérer l'acacia comme étant dans une phase de dor-

mance encore active car il est généralement parmi les derniers à montrer des signes visibles de début de phase végétative. Si le bourgeon principal subit un traumatisme dû au froid pendant cette période, il avorte. Il a été déterminé que c'est le bourgeon principal qui crée les flux de nectar nécessaires à une bonne production de nectar, tandis que les bourgeons secondaires, qui forment également des inflorescences, ne sont généralement pas en mesure de les garantir. Au printemps, pendant la période de floraison, les meilleures conditions ambiantes sont : un air modérément humide, l'absence de vent, des températures nocturnes minimales d'au moins 14 °C, et maximales de 25 °C pendant la

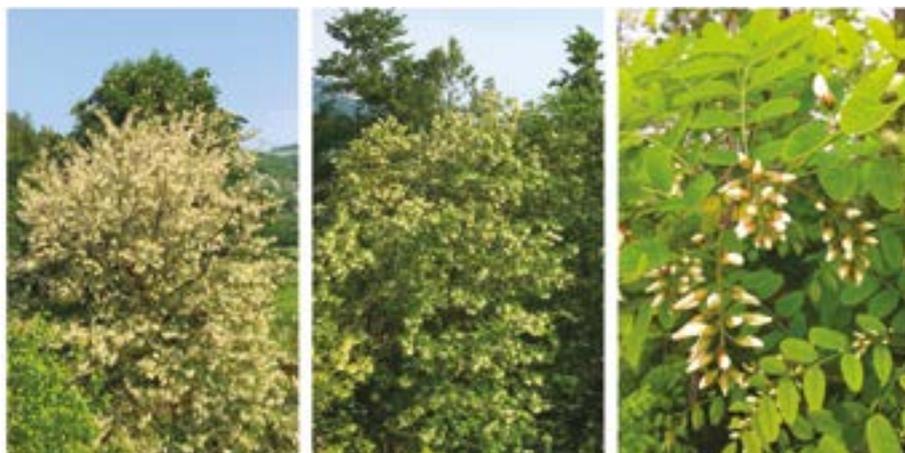
journée. Ces valeurs de température sont très importantes et seront mieux expliquées plus loin.

L'acacia, surtout ces dernières années, a deux comportements distincts pendant la floraison : dans le premier cas, l'acacia émet l'inflorescence sans allonger le bourgeon et développer le feuillage (fig. 2a) tandis que dans le second cas, l'acacia, avant la floraison, développe le bourgeon et le feuillage, et seulement après, l'inflorescence (fig. 2b-c). L'activation d'un comportement plutôt qu'un autre entraîne des différences considérables dans la récupération des ressources en sucre nécessaires à la production de nectar.

Dans le cas où l'acacia se lance dans son activité végétative, en investissant les énergies immédiatement disponibles sur la fleur, la source des sucres doit être liée aux réserves d'amidon accumulées l'année précédente dans l'appareil végétatif. Au moment de la germination, les bourgeons apicaux produisent de l'acide gibbérellique (AG), une hormone végétale qui induit la synthèse des enzymes diastatiques, c'est-à-dire un groupe d'enzymes qui ont pour tâche de scinder les macromolécules d'amidon en glucose. Il s'agit notamment de α et β -amylase. De plus, les diastases, comme toutes les enzymes, suivent une cinétique de réaction précise ou, en d'autres termes, la vitesse de leur activité est liée à la température. Chaque enzyme ou sa modification a des optimums de température différents. La figure 3 montre comment deux isolats de β -amylase distincts provenant d'organismes distincts se comportent le mieux à des températures

Fig 2a Robinier *pseudoacacia* qui n'a développé que des inflorescences sans feuillage.

Fig 2b et c : Robinier *pseudoacacia* qui a abord développé les bourgeons et le feuillage et seulement ensuite les inflorescences.



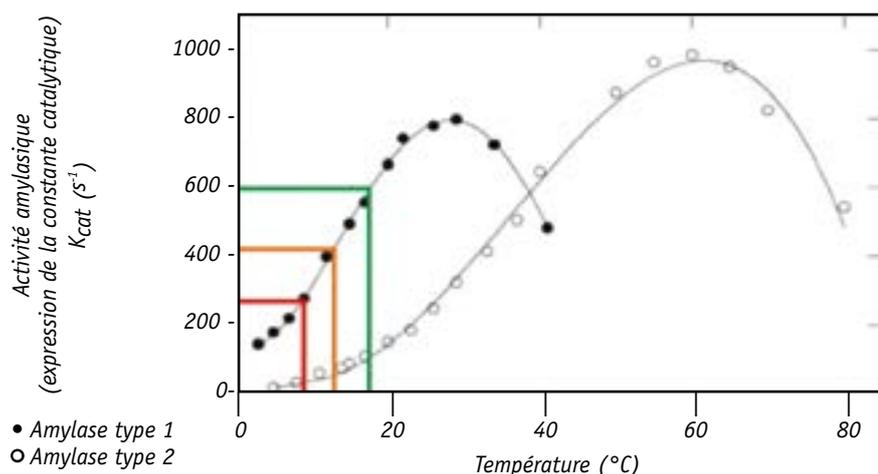


Fig 3 : Constante catalytique de l'activité amylasique de *Pseudoalteromonas haloplanktis* (cercles noirs) et *Bacillus amyloliquefaciens* (cercles blancs). Graphique Research Gate

sensiblement différentes. Le premier (cercle noir) à 27-30°C et le second (cercle blanc) à environ 60°C (Fig. 3).

En outre, le graphique exprime la constante catalytique (K_{cat}) de l'activité de l'amylase, c'est-à-dire le nombre de molécules de substrat (amidon) qui sont converties en produit (glucose) dans l'unité de temps, en fonction de la température.

Et c'est précisément en référence à la figure 3 que nous rétablissons les températures idéales minimales et maximales précédemment indiquées pour l'acacia au niveau du sol. En fait, il est clair que les basses températures enregistrées en mai 2019 (températures nocturnes < 10°C) ont contribué à une activité de l'amylase très lente (K_{cat} d'environ 200). Il suffit d'augmenter la température de 4°C pour doubler l'activité, et de 8°C pour la tripler. Il est donc clair que la température près du sol peut jouer un rôle clé dans la détermination de la quantité de glucose disponible pour la production de nectar, démontrant ainsi l'influence clé du climat sur les flux de nectar.

Mais que se passe-t-il lorsque l'acacia se lance dans son activité végétative en produisant d'abord les feuilles puis la fleur ? Et surtout, pourquoi choisit-elle cette deuxième alternative ? Ici, malheureusement, chaque argument est basé sur une supposition. Il est certain que chaque étape du développement des plantes est généralement régulée par des activités hormonales qui induisent la synthèse d'enzymes et de

produits spécifiques. On pourrait donc supposer un déséquilibre hormonal tel que la plante décide d'activer la croissance du feuillage pour compenser par la photosynthèse le besoin en sucres non correctement satisfait par le système racinaire. Une fois que le bourgeon s'est allongé, générant un nouveau bourgeon apical, et que les feuilles se sont développées, il existe d'autres organes de la plante vers lesquels le flux de sucres est détourné, déterminant la croissance d'autres parties, évidemment au détriment de l'inflorescence et de sa production de nectar. Dans ces cas, en effet, la production de nectar d'acacia ne se fait qu'à des températures très élevées, ce qui accélère, certes, les processus biologiques de la plante, mais peut-être aussi épargne à la ruche des consommations considérables pour le maintien de la chaleur dans la chambre de couvain ; et, dans tous les cas, les récoltes sont généralement modestes.

En conclusion, malheureusement ces dernières années, nous avons eu l'occasion d'observer comment la présence des fleurs ne se traduit pas automatiquement par un flux de nectar certain. En outre, l'exemple cité pour l'activité amylasique en fonction de la température pourrait facilement être transposé à tous les mécanismes enzymatiques qui conduisent à la synthèse de composés organiques volatils (COV ou, pour simplifier à l'extrême, les parfums) et à leur capacité à s'évaporer de manière attrayante pour la fleur.

En analysant la bibliographie, on peut bien comprendre comment, en Hongrie,

en Chine et en Corée, un processus de sélection génétique pour la recherche de cultivars d'acacia présentant des caractéristiques phénotypiques différentes, telles que des périodes de floraison plus longues, a été lancé il y a de nombreuses années. Par exemple, le cultivar hongrois « Debreceeni-2 » se distingue par une floraison abondante et tardive, et produit plus de 5 µl de nectar par fleur, ou le cultivar chinois « Beijing » se distingue par une longue période de floraison et une résistance à la sécheresse.

L'inconstance des flux nectarifères due au changement climatique pourrait peut-être être une bonne incitation à lancer un nouveau type de sélection génétique pour accroître la biodiversité de nos forêts, avec des bénéfices pour les générations futures d'apiculteurs entre autres. Du point de vue réglementaire, l'opération, en Italie, semble ne pas être autorisée, car dans notre pays, l'acacia est considéré comme une plante exotique envahissante. Toutefois, je ne pense pas qu'il soit trompeur de souligner qu'à l'heure actuelle (et heureusement pour le secteur apicole), la diffusion de l'acacia sur le territoire national est considérable et parfois prédominante par rapport au patrimoine forestier indigène, surtout le long des cours d'eau et dans les plaines alluviales.

Article traduit de la revue *l'apis*
| MARZO | 3 | 2020 p 46 - 48

MOTS CLÉS :

flore et miellées, climat, biologie, nectar, robinier pseudoacacia

RÉSUMÉ :

Les articles présentent l'impact de modifications climatiques sur la flore et les miellées et plus particulièrement sur la production nectarifère du robinier pseudoacacia