

Le Monarque, *Danaus plexippus*, migrateur régulier au Québec, est l'emblème choisis par l'Insectarium de Montréal.
(Cliché Insectarium de Montréal)

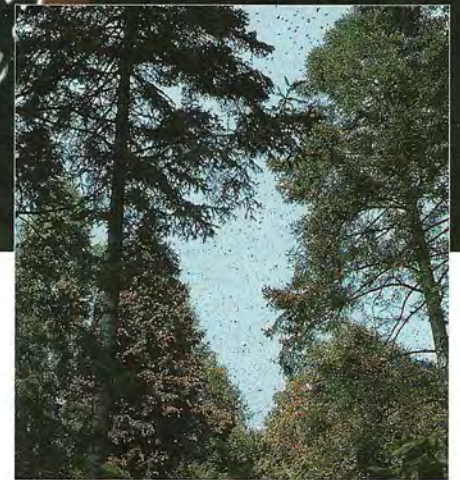


Le Monarque *Danaus plexippus* L., un papillon au long cours

par Claude Labrecque

Le Monarque est un papillon appartenant à une sous-famille essentiellement tropicale des *Nymphalidae*, des *Danainae*. Il se retrouve maintenant sur toute la largeur du continent américain, et vers le nord, jusqu'au sud du Québec et de l'Ontario. D'une lointaine origine sud-américaine, ce papillon a colonisé l'Amérique du Nord à la fin de la dernière glaciation, le retrait des glaciers ayant créé des milieux ouverts que l'Asclépiade, sa plante hôte, pouvait investir. Graduellement, l'asclépiade s'étendit vers le nord, entraînant dans son expansion le Monarque, habile à exploiter de nouvelles ressources alimentaires et échapper ainsi à ses ennemis naturels. Incapable de survivre aux hivers rigou-

reux des milieux tempérés, ce papillon retourne, chaque automne, dans une région où le climat est plus propice à sa survie et où les températures descendent rarement en dessous de 0° C. Cette migration, l'une des plus spectaculaires du monde animal, captive l'imagination de l'homme, car pesant à peine un demi-gramme, ce papillon parcourt, l'automne venu, jusqu'à 4 000 km pour passer l'hiver dans les montagnes centrales du Mexique. Ces sites, où certaines années s'entassent jusqu'à 25 millions d'individus, offrent au Monarque des conditions microcli-



Arrivés au terme de leur longue migration automnale, les Monarques retrouvent les sites d'hivernation (ici le sanctuaire El Rosario) où ils se regroupent par millions. (Cliché Insectarium de Montréal)

matiques particulières qui lui permettent de survivre jusqu'au printemps à un coût énergétique minimal. Cette région montagneuse est un lieu de prédilection car elle offre une température stable (soit environ 10°C) qui maintient le Monarque inactif, une humidité relative élevée qui le protège de la déshydratation et les sapins oyamel (*Abies religiosa*), dont la structure en fait des perchoirs très efficaces et un abri aux vents violents. Le sapin oyamel est un arbre de climat froid, rescapé de la forêt boréale : avec les retraits des glaciers lors de la dernière glaciation, il a survécu uniquement en altitude, sur les îlots que forment les plus hautes montagnes du Mexique.

Le sapin oyamel est un arbre de climat froid, rescapé de la forêt boréale : avec les retraits des glaciers lors de la dernière glaciation, il a survécu uniquement en altitude, sur les îlots que forment les plus hautes montagnes du Mexique.





Lors de leur migration automnale, les Monarques suivent des routes convergeant toutes vers le Mexique.

Une odyssée spectaculaire

Cette migration débute vers la fin de l'été dans le nord des États-Unis et dans le sud du Québec et de l'Ontario. À partir de la mi-août, sous l'influence du raccourcissement de la durée du jour, la dernière génération du Monarque subit des changements qui la distinguent des générations précédentes : les papillons qui émergeront à ce moment vivront plus longtemps, jusqu'à 7 mois, comparativement à 3 à 4 semaines pour les générations précédentes. Leur développement sexuel restera incomplet et chaque individu sera programmé pour atteindre un seul objectif : migrer vers les sites d'hivernation situés au Mexique. Les Monarques dispersés partout à l'est des montagnes Rocheuses et jusqu'à la limite nord de leur plante hôte, se dirigent vers ce but (voir carte). À mesure que la migration se poursuit, les individus des différentes régions du continent se rejoignent, formant de grandes envolées très spectaculaires dans le sud des États-Unis. Si, dans son ensemble, ce migrateur maintient à

peu près son cap, les individus qui longent la côte, entre l'Atlantique et la chaîne des Appalaches, modifient par deux fois leur direction. Une première fois en Georgie et dans le nord de la Floride, et plus à l'ouest, dans le sud du Texas. Tous les Monarques convergent vers cet État avant de pénétrer au Mexique à proximité d'une brèche qui coupe la chaîne orientale de la Sierra Madre. Le Monarque s'y faufille pour se rendre plus profondément en territoire mexicain, vers la ceinture transvolcanique, dans la partie centrale du pays. La migration automnale,

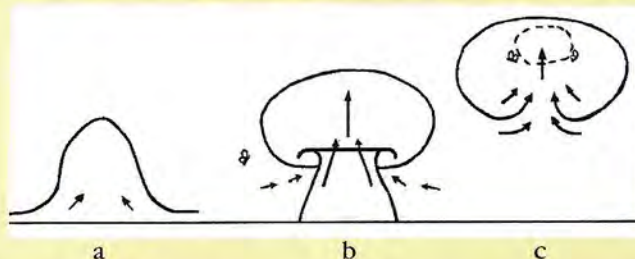
surprenante pour ceux qui associent spontanément papillons et fragilité, s'effectue sans grandes pertes. Fait rare pour un migrateur, le Monarque réussit non seulement à conserver ses réserves de graisses durant la migration, mais même à en accumuler. Alors, qu'est-ce qui lui permet de réussir un tel exploit ? Premièrement, un vol efficace, et deuxièmement, un système d'orientation des plus perfectionnés.

Le vol du Monarque

Lors de son périple automnal, le Monarque utilise deux techniques de vol : un vol puissant et droit, et le vol plané. Loin de constituer un handicap pour le Monarque, son poids est un atout important car le vol plané lui permet de conserver ses réserves de graisses et de lui faire perdre 20 fois moins d'énergie qu'un battement continu des ailes. À la manière des rapaces et des planeurs, il se laisse emporter par les courants d'air chauds ascendants ou thermiques (voir encadré). Lorsque le thermique s'est dissipé et qu'il ne soutient plus le papillon, celui-ci met fin à son ascension et plane dans la direction indiquée par son système d'orientation. Il plane à une vitesse moyenne de 18 km/h et peut ainsi

Comment se forment les thermiques ?

L'action du soleil sur le sol réchauffe l'air directement au-dessus de la surface. Par sa densité, qui est moins grande que l'air ambiant, cet air chaud s'élève (fig a et b), particulièrement au-dessus des reliefs, tels les collines, les édifices et les arbres, car les thermiques et tourbillons de vent s'y forment plus facilement. Cette colonne d'air prend la forme d'une bulle lorsqu'elle est coupée à sa base par une masse d'air froid (fig. c). Les rapaces et le Monarque savent repérer ces thermiques, ou du moins, les endroits où ils seront plus propices à se former. Pour cette raison, les reliefs dans le paysage, loin de constituer des obstacles, sont des endroits privilégiés pour le Monarque. Pourtant doté d'une mauvaise vue (il est myope), le Monarque se dirige vers ces reliefs qui se démarquent de l'horizon.



Processus de formation des thermiques aériens.

Le retour...

Après un long hiver, le Monarque se prépare pour son retour vers le nord qui débute au printemps. Moins spectaculaire, il se distingue nettement de la migration automnale. D'ailleurs, plusieurs scientifiques sont d'avis qu'il s'agit là plutôt d'une dispersion que d'une véritable migration. Cette nuance provient du fait que le mouvement vers le nord de ce papillon se succède sur plusieurs générations, et dure jusqu'à la fin de l'été. Chacune ne peut que parcourir une partie du chemin car leur longévité est nettement plus courte que celle de la dernière génération. Ce déplacement est interrompu par une limite spatio-temporelle, la fin de l'été, qui signale des changements physiologiques et comportementaux dans la dernière génération, et par la limite septentrionale de la répartition de l'Asclépiade. Au-delà de cette limite, les Monarques qui poursuivent leur déplacement vers le nord ne contribueront pas à la prochaine génération.

parcourir plusieurs kilomètres. Des pilotes de planeur l'ont observé jusqu'à 1 200 mètres d'altitude. À part les avantages liés au vol, le vol plané protège les ailes du Monarque d'une usure prématurée et, en effet, à son arrivée au Mexique, ses ailes sont en parfait état. En effectuant ce type de vol, il réussit également à conserver ses réserves de graisses pour son séjour au Mexique, dans une région où le nectar y est très peu abondant l'hiver. Ses réserves l'aideront donc à passer l'hiver, à compléter le développement de ses organes sexuels au printemps, puis à se reproduire. La grande surface de ses ailes par rapport au poids de son corps lui permet de profiter de courants ascendants qui seraient trop faibles pour les animaux plus lourds, tels les aigles et les vautours. Par contre, son faible poids ne lui permet pas de résister aussi bien que les rapaces aux vents qui soufflent de côté. Pour combattre l'effet de déviation causé par le vent et maintenir le mieux possible sa trajectoire, le Monarque cante dans le vent à la manière des planeurs. Le professeur David Gibo, de l'université de Toronto, étudie le vol du Monarque depuis de nombreuses années. Ses recherches ont démontré que les jours où le vent souffle de côté, le Monarque boit une plus grande quantité d'eau qu'il emmagasine dans son corps pour se constituer un ballast, lui permettant ainsi de combattre plus

efficacement le vent. Cette capacité rappelle la fonction des réservoirs d'eau dans les planeurs. On a aussi remarqué que les jours où les vents sont favorables, les Monarques partent plus tôt et s'arrêtent plus tard dans la journée. La topographie du terrain et les conditions climatiques ne permettent pas toujours au Monarque de planer. Lorsque les conditions ne sont pas propices, que les thermiques sont rares, que les vents sont forts ou soufflent dans la mauvaise direction, ce migrateur peut utiliser un vol puissant et soutenu, alternant entre quelques battements d'ailes et une période de vol plané de quelques mètres. Dans ces conditions, il vole à quelques mètres du sol, et si le vent souffle de côté, le Monarque contourne, sous le vent, talus, collines et autres obstacles. Le Monarque peut également faire une

Les autres migrations du Monarque

De loin la plus spectaculaire, la migration qui a lieu à l'est des montagnes Rocheuses n'est pas la seule. On distingue une migration de la population située de l'autre côté des Rocheuses, essentiellement en Californie, et une autre en Australie. En Californie, les Monarques parcourent au plus quelques centaines de kilomètres vers les sites d'hivernation situés sur la côte de l'Océan Pacifique. Là, ils retrouvent les mêmes conditions de température et d'humidité que dans les montagnes du Mexique. En Australie, où il n'est établi que depuis un siècle, le Monarque effectue une migration vers les régions de Sydney et de Cambden, preuve que ce comportement aide le Monarque à s'adapter et à exploiter efficacement de nouveaux territoires.

pause de quelques jours dans sa migration pour attendre de meilleures conditions. Par exemple, les papillons de la province de l'Ontario qui se retrouvent sur la rive nord du Lac Érié, un des Grands Lacs, attendent par milliers les conditions idéales pour parcourir la centaine de kilomètres qui séparent les deux rives. À cette période de l'année, les thermiques ne se forment pas très souvent au-dessus des grandes masses d'eau, ce qui contraint les Monarques à utiliser un vol continu. Les forêts chargées d'humidité agissent parfois de la même façon. En utilisant ces deux techniques de vol, les Monarques peuvent parcourir 80 à 120 km par jour, à une vitesse moyenne de 30 km/h.

Le système d'orientation du Monarque

Si le succès de son vol est bien connu, sa capacité à trouver les sites d'hivernation dans une région située à des milliers de kilomètres de son point de départ - région qui ne fait pas plus de 100 km² - et dont la superficie des sites dépasse rarement l'hectare, reste encore mystérieuse. Les premiers indices qui nous permettent de comprendre cet exploit proviennent d'études réalisées sur d'autres espèces migratrices et qui démontrent qu'elles utilisent plusieurs stratégies pour trouver leur chemin. Ils utilisent les corps célestes (lune, soleil et étoiles), le champ magnétique terrestre, l'odorat et l'apprentissage et combinent le plus souvent plusieurs méthodes afin d'améliorer la précision de l'orientation. Ils peuvent alors se repérer à l'aide de leur mémoire génétique dans laquelle est inscrite une carte du territoire à parcourir ou, s'ils parcourent plus d'une fois le même trajet, recourir à

l'apprentissage de points de repères. Les scientifiques disposent de quelques certitudes et de quelques indices intéressants qui nous permettent, faute de preuves formelles, de formuler une théorie intéressante sur l'orientation du Monarque. Un scientifique américain du nom de Brower a démontré que le Monarque utilise le soleil pour s'orienter lors de ses déplacements au cours de la journée. Cette aptitude se retrouve chez les abeilles et de nombreux autres animaux et elle n'est pas freinée par les jours nuageux car les Monarques perçoivent la lumière polarisée, ce qui leur permet de savoir la position exacte du soleil à travers les nuages. Si le soleil constitue une bonne référence pour suivre une direction, par exemple, le sud, est-ce suffisamment précis pour permettre au Monarque de trouver une petite région sur un continent, voyage que la plupart des Monarques ne parcourent pas en ligne droite ?

Il est très probable que le Monarque utilise un autre système de guidage qui est, sinon plus précis, du moins complémentaire au soleil, le biomagnétisme. Le biomagnétisme est la synthèse et l'utilisation par des organismes vivants de cellules spéciales dans lesquelles sont incorporées des particules magnétiques. D'ailleurs, de telles particules ont été trouvées dans sa tête, proche du cerveau, et seraient synthétisées par le Monarque au stade de la chrysalide. Comme il a été démontré chez certains papillons nocturnes ayant les mêmes structures, ces particules pourraient agir comme compas interne. Si leur utilisation comme compas a été prouvée chez quelques papillons, la noctuelle *Noctua pronuba* par exemple, pour l'instant, cette explication demeure une hypothèse, car la preuve n'a pas encore été établie de façon expérimentale.

D'ailleurs, certains insectes qui ne migrent pas possèdent de telles cellules. Elles seraient utilisées pour détecter les variations saisonnières dans le champ magnétique et ainsi signaler le moment d'émergence des insectes qui hivernent dans le sol. Par contre, un autre indice vient appuyer l'hypothèse de son utilisation par le Monarque. La région où se trouve les sites d'hivernation auraient un champ magnétique très important.

Pourquoi adopter plusieurs techniques ? Il y a deux théories : lors du périple d'un animal migrateur, on peut supposer deux phases, une première où l'animal utilise une méthode qui lui permet de se diriger dans la direction voulue, par exemple sud ou sud-ouest, et une deuxième phase qui correspond au moment où l'animal s'approche de son but et où la précision devient un facteur important. Par exemple, le saumon qui doit frayer dans la rivière où il est né trouve son chemin à partir de l'océan en utilisant les corps célestes. Dans un deuxième temps, il utilise un odorat très sophistiqué comme système d'appoint et ainsi reconnaître la rivière de sa naissance. Dans ce cas, une méthode d'orientation plus précise est donc utilisée. Une deuxième théorie propose l'utilisation simultanée de plusieurs méthodes, ce qui permet de recouper les informations continuellement et ainsi améliorer le niveau de précision de l'orientation, et ce, dès le début de la migration. Dans le cas du Monarque, nous ignorons pour l'instant laquelle de ces deux stratégies est utilisée. Un bon système de guidage n'est pas tout si le migrateur, ou le voyageur dans notre cas, est incapable de prendre en compte des repères topographiques. Chez le Monarque, ce plan de vol doit être inscrit dans ses gènes car si ce n'était pas le cas, l'apprentissage de cette route serait un

facteur important. Or, chez ce migrateur, aucun apprentissage n'est possible car chaque individu n'effectue au maximum qu'un seul voyage aller-retour.

“Quel avenir pour ces migrations ?”

Si, pour l'instant, la population du Monarque se porte très bien en Amérique du Nord, le phénomène de sa migration est menacé par des dangers qui planent sur la forêt autour des sites d'hivernation : déforestation, feux de forêts et changements climatiques. Cet animal est très vulnérable, car sa population hivernale se concentre presque entièrement sur une vingtaine de sites situés sous la crête des montagnes. La perte des arbres, par le feu ou la coupe, pose un problème grave car la forêt autour des sites a un rôle important dans la régulation de la température, et par conséquent, sur la survie hivernale de ce papillon. Toutefois, les efforts de conservations entrepris depuis plusieurs années portent leurs fruits. De l'établissement de pépinières dont les arbres serviront à consolider la forêt autour des sites à la protection de la forêt et la “conscientisation” de la population environnante, l'avenir immédiat du Monarque semble assuré. Ajoutons enfin que l'aire de distribution du Monarque connaît une expansion dans les îles du Pacifique, grâce, entre autres, à la grande plasticité de son comportement migratoire, ce qui devrait lui assurer pour longtemps, une place importante dans le royaume des animaux. 

L'auteur

Claude Labrecque a effectué une maîtrise en entomologie en 1995 à l'université du Québec à Montréal (UQAM). Depuis, il se consacre à l'entomologie, sous l'angle de la recherche et de la vulgarisation scientifique. Il a effectué un stage à l'OPIE en 1998, avant de repartir pour le Québec.

Souvenez-vous : le Monarque a défrayé la chronique en 1999, ses chenilles ayant été reconnues sensibles – en laboratoire – à l'ingestion de pollen de maïs Bt (maïs transgénique résistant à la Pyrale). Vous le trouverez virtuellement épinglé sur le site Internet de l'OPIE, à l'adresse : www.inra.fr/OPIE-Insectes/epingle.htm