Danaus plexippus

SURVEILLANCE DU MONARQUE EN AMÉRIQUE DU NORD : APERÇU DES INITIATIVES ET DES PROTOCOLES

Le présent document d'information a été préparé par Karen Oberhauser, Rebecca Batalden et Elizabeth Howard pour le compte du Secrétariat de la Commission de coopération environnementale (CCE) et ne reflète pas nécessairement les vues des gouvernements du Canada, du Mexique ou des États-Unis.

Cette publication peut être reproduite en tout ou en partie sous n'importe quelle forme, sans le consentement préalable du Secrétariat de la CCE, mais à condition que ce soit à des fins éducatives et non lucratives et que la source soit mentionnée. La CCE apprécierait recevoir un exemplaire de toute publication ou de tout écrit inspiré du présent document.

Publié par la section des communications du Secrétariat de la CCE.

Renseignements sur la publication
Type de publication : Document d'information
Date de parution : février 2009
Langue d'origine : anglais
Procédures d'examen et d'assurance de la qualité :
• Examen par les Parties : Septembre 2008

Pour de plus amples renseignements, prière de consulter la section "Introduction".

Commission de coopération environnementale

393, rue St-Jacques Ouest, bureau 200
Montréal (Québec) Canada H2Y 1N9
info@cec.org
http://www.cec.org

© Commission de coopération environnementale, 2009

ISBN 978-2-923358-57-4 (version électronique)

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2009

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives Canada, 2009

Imprimé au Canada

SURVEILLANCE DU MONARQUE EN AMÉRIQUE DU NORD : APERÇU DES INITIATIVES ET DES PROTOCOLES

Janvier 2009

Commission de coopération environnementale

MONARQUE

Danaus plexippus

TABLE DES MATIÈRES

1 INTRODUCTION 4
Contexte et utilité du Guide 4
Projets scientifiques menés par des citoyens 5

2 CYCLE ANNUEL DU MONARQUE 7
Biologie de la reproduction 7
Migration automnale 10
Hivernage 11
Migration printanière 12

3 APERÇU DES PROGRAMMES DE SURVEILLANCE 13

4 ÉVALUATION DES HABITATS 16
L'asclépiade 16
Les sources de nectar 24

5 SURVEILLANCE DES POPULATIONS REPRODUCTRICES 25
Monarch Larva Monitoring Project 25

6 RECENSEMENTS DES POPULATIONS 28
Dénombrements des papillons par la NABA 28
Réseaux de surveillance des papillons 30
Dénombrements lors de la migration automnale et dans les aires de repos 32
Monarch Alert 35
Surveillance de la Réserve de la biosphère du monarque 38

7 MIGRATION 39
Monarch Watch 39
Texas Monarch Watch 41
Journey North 42
Correo Real 46
Vecteurs de vol 47

8 ÉVALUATION DES INDIVIDUS 49
MonarchHealth 49
Statistiques biologiques du monarque 50

9 REMERCIEMENTS 52

10 GLOSSAIRE 53

11 RÉFÉRENCES 55

1 INTRODUCTION

Contexte et utilité du Guide[1]

Le Plan nord-américain de conservation du monarque (PNACM) a notamment comme objectif de « *[s]urveiller la distribution et l'abondance des populations de monarques et la qualité de leurs habitats* » (CCE, 2008). Pour atteindre cet objectif, dans le cadre de l'élaboration du PNACM, un groupe d'experts trinational a recommandé la préparation et la mise en œuvre d'un programme de surveillance du monarque, qui servirait de complément au PNACM.

À l'heure actuelle, le monarque fait l'objet d'une surveillance dans de nombreuses régions et selon des méthodes variées.

À l'heure actuelle, le monarque fait l'objet d'une surveillance dans de nombreuses régions et selon des méthodes variées. Par exemple, certains programmes de surveillance évaluent les densités locales de monarques reproducteurs dans l'ensemble de l'aire de reproduction, le nombre de papillons fréquentant les haltes migratoires, et les zones occupées dans l'aire d'hivernage. D'autres programmes évaluent le synchronisme et la trajectoire des mouvements migratoires de l'automne et du printemps. Puisque les monarques sont répartis sur un très vaste territoire pendant la majeure partie de leur cycle migratoire annuel, leur dynamique démographique est difficile à évaluer et l'intégration d'informations obtenues dans le cadre d'un grand nombre de programmes différents présente un défi scientifique que nous ne faisons que commencer à relever. Par contre, si de tels programmes n'existaient pas, nous n'aurions aucun moyen de savoir, par exemple, comment ou à quel moment les monarques utilisent l'habitat disponible, de connaître les fluctuations de populations au cours d'une année ou d'une année à l'autre, l'impact des perturbations environnementales sur ces changements et les effets des mesures de conservation sur les populations de monarques.

Le présent document sera utile à quiconque s'intéresse à la biologie ou à la conservation des monarques au Canada, au Mexique et aux États-Unis, y compris les responsables de l'aménagement des terres, des scientifiques amateurs et le personnel des centres de la nature. Nous voulons faciliter l'élaboration de programmes de surveillance du monarque tout au long de son cycle de reproduction, de migration et d'hivernage en Amérique du Nord. Étant donné qu'un grand nombre de programmes de surveillance visent les monarques au Canada et aux États-Unis, nous avons inclus un résumé de ces programmes en espagnol pour permettre aux organismes et aux particuliers du Mexique de choisir les protocoles de surveillance adaptés à leur secteur et à leurs besoins, de communiquer avec les responsables des programmes existants, de saisir leurs données et de prendre connaissance des résultats des programmes de surveillance du monarque. Les organismes et particuliers pourront fournir des données qui nous aideront à mieux comprendre la biologie des monarques, et ils pourront également évaluer la qualité de l'habitat par rapport aux besoins des monarques durant les stades de reproduction et de migration de leur cycle annuel.
Les programmes locaux de surveillance peuvent également faciliter l'élaboration de stratégies de gestion qui favoriseront la survie à long terme du monarque.

[1] Rédigé par Karen Oberhauser, Rebecca Batalden et Elizabeth Howard.

Les descriptions de programme qu'on trouve dans le présent guide ne fournissent pas d'indications précises sur la façon de participer aux programmes. Elles visent plutôt à donner un aperçu suffisamment détaillé des programmes pour permettre aux organismes et aux particuliers de déterminer si un programme peut être mis en œuvre dans leur secteur. Le lecteur trouvera des renseignements plus complets sur les programmes ouverts au public sur les sites Web mentionnés dans les descriptions. La traduction en espagnol des lignes directrices et des fiches de données relatives à certains programmes est accessible à l'adresse http://www.cec.org/monarch.

Le présent guide vise essentiellement à faciliter l'accès aux données et à l'information recueillies dans le cadre des programmes de surveillance du monarque en Amérique du Nord, qu'ils soient exécutés par les gouvernements, des établissements d'enseignement, des organisations non gouvernementales ou des organisations de scientifiques amateurs. Il faut cependant que les données soient recueillies de manière minutieuse et communiquées au plus large public possible. Vous devriez tenir des registres détaillés des méthodes utilisées, ainsi que de la période et de l'endroit où vous avez fait vos observations. Dans la mesure du possible, prenez des photos. Si vous collectez des données pour lesquelles il n'existe aucun registre central, comme c'est le cas de certains des programmes décrits dans le présent guide, il sera peut-être plus difficile de faire connaître vos résultats. Si vous ne travaillez pas en collaboration avec des scientifiques qui connaissent le processus de présentation d'études scientifiques pour publication, vous devriez communiquer avec un scientifique ou une organisation qui pourra vous aider à publier vos résultats. De cette manière, tous les groupes ou particuliers qui s'intéressent à la biologie et à la conservation du monarque pourront tirer des enseignements de vos travaux.

Projets scientifiques menés par des citoyens

Bon nombre des programmes décrits dans le présent guide sont des projets scientifiques menés par des citoyens qui ne sont pas des professionnels de la recherche scientifique. Ces programmes devraient idéalement permettre de recueillir des données qui aident à approfondir les connaissances scientifiques et peuvent être appliquées de manière concrète. Contrairement à la majorité des études scientifiques, les projets scientifiques menés par des citoyens englobent souvent des volets recherche, éducation, développement communautaire et conservation (Oberhauser et Prysby, 2008).

Les premiers projets scientifiques structurés menés par des citoyens dans le domaine de la biologie consistaient probablement à recueillir des données sur la répartition et l'abondance des populations d'oiseaux (Droege, 2007), mais les citoyens s'intéressent depuis longtemps aux papillons. Par exemple, les carnets de notes et les rapports de nombreux collectionneurs de l'époque victorienne nous aident grandement à comprendre l'étendue du territoire des papillons, leur comportement et leur abondance. En fait, le premier projet scientifique mené par des citoyens qui visait à répondre à une question scientifique précise (plutôt qu'à dresser un inventaire ou à effectuer une surveillance) portait fort probablement sur le monarque. Le programme de marquage des monarques mené par le Dr Fred Urquhart durant une bonne partie du XXe siècle a fait appel à des centaines de bénévoles qui avaient pour mission de trouver les destinations hivernales des populations de monarques migratoires de l'est de l'Amérique du Nord, ce qu'ils ont finalement fait au début de 1975 (Urquhart, 1976). Aujourd'hui, les programmes scientifiques menés par des citoyens fournissent des données importantes sur la situation des populations de monarques, font participer des milliers de personnes à des activités d'observation directe de la biologie des papillons et suscitent un intérêt croissant pour la conservation de l'espèce.

Bon nombre des programmes décrits dans le présent guide sont des projets scientifiques menés par des citoyens qui ne sont pas des professionnels de la recherche scientifique.

Les programmes de surveillance scientifique par les citoyens fournissent de nombreux renseignements utiles aux responsables de l'aménagement du territoire. Ils permettent de connaître la situation de la population de monarques à l'échelle locale et aident à mieux comprendre la situation sur l'ensemble du continent. Ils sont un excellent moyen de faire participer les visiteurs aux activités de conservation dans les parcs, forêts et refuges fédéraux; les parcs et forêts d'État; les parcs locaux et les centres d'interprétation de la nature; et tout autre lieu visité par le public. Enfin, ils fournissent de l'information qui peut être utile lors de l'évaluation et de l'aménagement des terres.

Les monarques se prêtent parfaitement aux programmes de surveillance par les citoyens, pour des raisons à la fois pratiques et scientifiques. D'abord, l'espèce jouit d'une grande popularité auprès du public, et nombreux sont ceux qui sont prêts à donner de leur temps pour aider à mieux en comprendre la biologie et les besoins de conservation. C'est un papillon qui est facile à reconnaître et fréquente des habitats auxquels de nombreuses personnes ont accès. Sur le plan scientifique, pour comprendre le fonctionnement des populations de monarques, il faut effectuer une surveillance à long terme et sur un vaste territoire. Les monarques fréquentent différents habitats tout au long de leur cycle de migration annuel, et leurs populations fluctuent grandement au cours d'une année ou d'une année à l'autre. Plusieurs générations de monarques reproducteurs qui se recoupent se développent dans des bosquets d'asclépiades aux États-Unis et dans le sud du Canada, puis les papillons migrent sur un vaste territoire latitudinal et hivernent dans les montagnes du centre du Mexique et de la côte californienne. Tout au long de ce cycle annuel, la répartition et l'abondance des monarques sont influencées par les conditions et les facteurs environnementaux des habitats précédents. Par exemple, l'abondance de monarques dans le centre-nord des États-Unis en juin peut dépendre des orages qui ont sévi dans le centre du Mexique au mois de janvier ou des conditions de sécheresse au Texas en avril et en mai. L'abondance de leurs plantes hôtes, la concurrence avec d'autres espèces herbivores qui se nourrissent d'asclépiades, les prédateurs, la modification de l'utilisation des terres, l'utilisation de pesticides et les changements climatiques attribuables à l'activité humaine ont également un impact sur l'abondance des monarques (Zalucki, 1982; Malcolm et coll., 1987; Zalucki et Rochester, 1999, 2004; York et Oberhauser, 2002; Oberhauser et Peterson, 2003; Batalden et coll., 2007). Il serait difficile, voire impossible de comprendre tous ces facteurs sans la participation de scientifiques amateurs dans les différents habitats du monarque en Amérique du Nord.

2 CYCLE ANNUEL DU MONARQUE

En Amérique du Nord, les monarques forment deux populations relativement distinctes, qu'on appelle souvent les populations migratrices de l'Est et de l'Ouest. La population de l'Est, qu'on observe à l'est des Rocheuses, migre dans le centre du Mexique, tandis que la population de l'Ouest hiverne sur la côte californienne. Des études récentes donnent à entendre que, lors des migrations printanières et automnales, on pourrait observer une modification des habitudes de migration des deux populations (Pyle, 2000; Brower et Pyle, 2004). Des individus de la population de l'Ouest pourraient ainsi longer les montagnes de la Californie pour traverser le Nevada et l'Arizona, puis se rendre dans les sites d'hivernage de la population de l'Est, au Mexique.

On trouve une population non migratrice le long de la côte du golfe, dans le sud de la Floride. Les monarques en migration, surtout ceux de l'est des États-Unis qui se rendent au Mexique, pourraient s'installer dans le sud de la Floride, où le climat est plus chaud, formant ainsi une population plutôt instable.

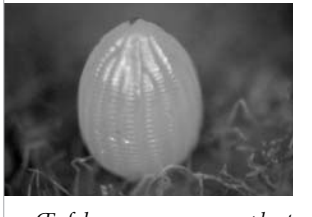
Biologie de la reproduction

Les monarques se regroduisent dans une grande partie du territoire des États-Unis et du Mexique. L'aire de reproduction de la population migratrice de l'Est s'étend du sud des États-Unis au sud du Canada, de la côte de l'Atlantique jusqu'aux Rocheuses. Le territoire de la population de l'Ouest s'étend des Rocheuses à la côte du Pacifique, de la frontière canadienne jusqu'au sud des États-Unis.

Chaque été, trois ou quatre générations voient le jour aux États-Unis et dans le sud du Canada, et seule la dernière migre vers des sites d'hivernage au Mexique ou en Californie. Le nombre de générations et la période de développement entre les générations dépendent de la latitude et des conditions climatiques. Par temps frais, le développement peut prendre plus de 60 jours, comparativement à moins de 30 jours dans des conditions estivales (Cockrell et coll., 1993).

La reproduction des monarques dépend entièrement de la présence de leur plante hôte, essentiellement les asclépiades de la famille ***Asclepias***[2] (Lynch et Martin, 1993). Jusqu'à récemment, l'asclépiade faisait partie de la famille des Asclepiadaceae, mais celle-ci est désormais une sous-famille des apocynacées. Il existe plus de 100 espèces d'asclépiades en Amérique du Nord (Woodson, 1954). Les monarques utilisent la majorité de ces espèces elles, mais vraisemblablement, seul un petit nombre accueille la majorité des papillons.

Œufs : Les femelles pondent leurs œufs uniquement sur les asclépiades, pour garantir une source d'alimentation aux **larves** dès leur éclosion. La femelle pond généralement un œuf par asclépiade, qu'elle fixe sous une feuille, ce qui offre probablement une meilleure protection contre les prédateurs et les fortes pluies. Les œufs de monarques, de forme conique, sont de couleur crème. Leur extrémité est pointue et ils présentent des arêtes verticales. La durée du développement à tous les stades varie en fonction de la température—le développement est plus lent lorsqu'il fait froid—mais les œufs éclosent généralement au au bout de quatre jours.



Œuf de monarque sur un plant d'asclépiade commune

[2] Ce terme et d'autres termes en caractères gras sont définis à la fin du présent guide.

Larve nouvellement éclose mangeant son chorion (enveloppe). Cette chenille ne possède pas encore de rayures, car celles-ci n'apparaissent que lorsque la larve mange des asclépiades.

Feuille d'asclépiade grignotée par une larve de monarque : la forme en demi-lune est caractéristique des habitudes alimentaires de cette chenille.

Larves et œuf de monarques

Chaque femelle pond probablement de 300 à 400 œufs durant son cycle de vie, mais les ressources pour la production d'œufs sont limitées. Les protéines, qui sont une composante importante des œufs, proviennent des nutriments ingérés au stade larvaire ou du spermatophore transmis par le mâle lors de l'accouplement (Boggs et Gilbert, 1979; Oberhauser, 1997). L'œuf du monarque pèse environ 0,460 milligrammes, soit environ 1/100e du poids de l'adulte. Les femelles qui pondent jusqu'à 400 œufs pondent donc l'équivalent d'un poids supérieur à celui qu'elles atteindront durant leur vie!

Larves : La quasi-totalité de la croissance des monarques se produit au stade larvaire. Les larves mangent d'abord leur enveloppe (**chorion**), qui constitue un premier repas important. Lors de son éclosion, la larve de monarque est de couleur gris verdâtre; les rayures blanches, jaunes et noires, caractéristiques des monarques, n'apparaissent que lorsque les larves mangent des asclépiades.

Pour ne pas rester emprisonnée dans la sève collante produite par l'asclépiade, la larve du monarque perce les nervures des feuilles qui produisent cette sève. Si elle y est exposée, la larve risque de mourir de faim, ses mandibules étant collées ensemble (Zalucki et coll., 2001). La façon caractéristique dont elle gruge les feuilles, selon un modèle en forme de demi-lune, est un moyen de protection pour la jeune larve. Plus tard, les grosses chenilles, qui ont un plus grand appétit, empêchent toute production de sève en grugeant le pétiole.

Le stade larvaire dure de 9 à 14 jours. Durant leur croissance, les larves muent; on appelle « instar » chaque stade de croissance entre les mues. Les monarques traversent cinq stades larvaires, qu'on peut distinguer selon la grosseur de la tête, ainsi que par la présence et la longueur des filaments sur leur thorax et leur abdomen. Entre l'éclosion et le stade de pupe, la masse corporelle des larves de monarque est multiplié par environ 200, mais leur taille n'est pas un bon indice du stade larvaire; en effet, la taille des chenilles augmente considérablement entre chaque mue.

Dans certaines régions du sud des États-Unis, le territoire du monarque chevauche celui d'un proche cousin, la « reine » (*Danaus gilippus*). On ne peut différencier les œufs des deux espèces, mais au stade larvaire, *D. gilippus* possède une troisième série de filaments au centre de l'abdomen, qui le distingue du monarque.

Les œufs et les larves de monarques ont peu de chance d'atteindre l'âge adulte, le taux de mortalité étant supérieur à 90 % à ces stades (Borkin, 1982; Zalucki et Kitching, 1982; Oberhauser et coll., 2001; Prysby, 2004). Les causes **abiotiques** (non vivantes) de mortalité des œufs et des larves comprennent les conditions du milieu, comme la présence de pesticides et les mauvaises conditions climatiques. Lorsque le temps est très sec, les œufs n'éclosent pas, et un mercure supérieur à 36 °C peut être mortel (Zalucki, 1982; Malcolm et coll., 1987; York et Oberhauser, 2002; observations personnelles de Batalden). Les effets des températures extrêmes sur les plantes exacerbent les répercussions sur les papillons, qui sont indirectement affectés par les conditions qui influent sur la santé et la survie des asclépiades.

Les facteurs biotiques (êtres vivants) qui influent sur la survie des monarques sont les prédateurs naturels et les interactions avec les ascléapiades hôtes. De nombreux monarques sont tués par des prédateurs invertébrés qui les dévorent, ou par des parasitoïdes dont les larves se développent dans l'organisme des papillons et les tuent (Prysby, 2004; Oberhauser et coll., 2007). Les maladies causées par des bactéries, des virus et d'autres organismes sont aussi des causes importantes de mortalité des monarques (Altizer, 2001).

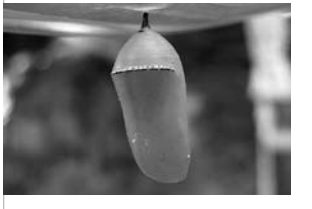
Pupe : Juste avant de se transformer en chrysalide, la larve du monarque fabrique un cocon soyeux dans lequel elle se fixe, tête en bas. Au bout d'une journée, environ, elle mue une dernière fois, puis devient une pupe, ou chrysalide. Ce stade, qui correspond à la transformation vers le stade adulte, dure de 9 à 15 jours.

La majorité des transformations physiologiques et morphologiques qui se produisent jusqu'au stade adulte du monarque ne surviennent pas au stade de pupe. Les ailes et autres organes de l'adulte et développent à partir de petites grappes de cellules déjà présente chez la larve et, lorsqu'il se transforme en pupe, le monarque a déjà amorcé les importants changements qui l'amèneront au stade adulte. C'est en effet au stade de formation de la chrysalide que les antennes, le rostre, les ailes et les pattes apparaissent à la surface, à l'intérieur de l'exosquelette. À l'intérieur même de la pupe, une importante réorganisation des muscles du vol s'opère dans le thorax et, chez le mâle, ce stade correspond à la maturation des spermatozoïdes. Les œufs ne sont matures qu'après l'éclosion.

De l'extérieur, peu de ces changements sont visibles avant le dernier jour. C'est alors que la pigmentation se développe et qu'on peut observer les ailes marquées de noir, d'orange et de blanc. Jusqu'à ce stade, la peau des pupes est verte avec des mouchetures dorées. Il est difficile de trouver des pupes de monarques à l'état sauvage; leur couleur leur permet de se camoufler dans leur milieu, et elles semblent chercher des endroits cachés où elles peuvent se transformer.

Adultes : Au stade adulte, le monarque a pour principal objectif de se reproduire—s'accoupler et pondre des œufs qui deviendront la prochaine génération. Durant la saison de reproduction, les monarques adultes vivent de deux à cinq semaines. Ils s'accouplent une première fois lorsqu'ils ont entre trois et huit jours (Oberhauser et Hampton 1995),

*Larve de la « reine » (*Danaus gilippus*). Au stade larvaire, la « reine » possède une troisième série de filaments au centre de l'abdomen, qui la distingue du monarque.*



Pupe de monarque.

Monarques adultes, mâle et femlle

1 *Femelle sur une rudbeckie*
2 *Fente abdominale visible sur l'abdomen d'une femelle*
3 *Mâle sur des zinnias*
4 *Organe reproducteur d'un mâle visible sur l'abdomen*

et les femelles pondent les œufs immédiatement après l'accouplement. Lors de l'accouplement, qui commence l'après-midi, le mâle et la femelle demeurent agglutinés l'un à l'autre jusqu'au lendemain matin, parfois même pendant 16 heures. Durant cette période, le mâle transfère le spermatophore à la femelle.
Les individus des deux sexes s'accouplent à de nombreuses reprises.

Comme il s'écoule un certain temps entre l'émergence de l'adulte et la ponte des œufs, et parce que l'accouplement des monarques se fait sur une période relativement longue, le taux de succès dépend de la survie aux attaques des prédateurs, aux conditions environnementales extrêmes et à d'autres causes de mortalité. La coloration prémonitrice de l'adulte, qui sert d'avertissement, aide à éloigner les prédateurs. La coloration orangée des ailes indique aux prédateurs que le monarque est désagréable au goût, voire toxique. Les monarques séquestrent une toxine, le cardénolide, qu'ils emmagasinent au stade larvaire à partir des asclépiades. Cette toxine les rend désagréables au goût lorsqu'ils atteignent les stades larvaire et adulte.

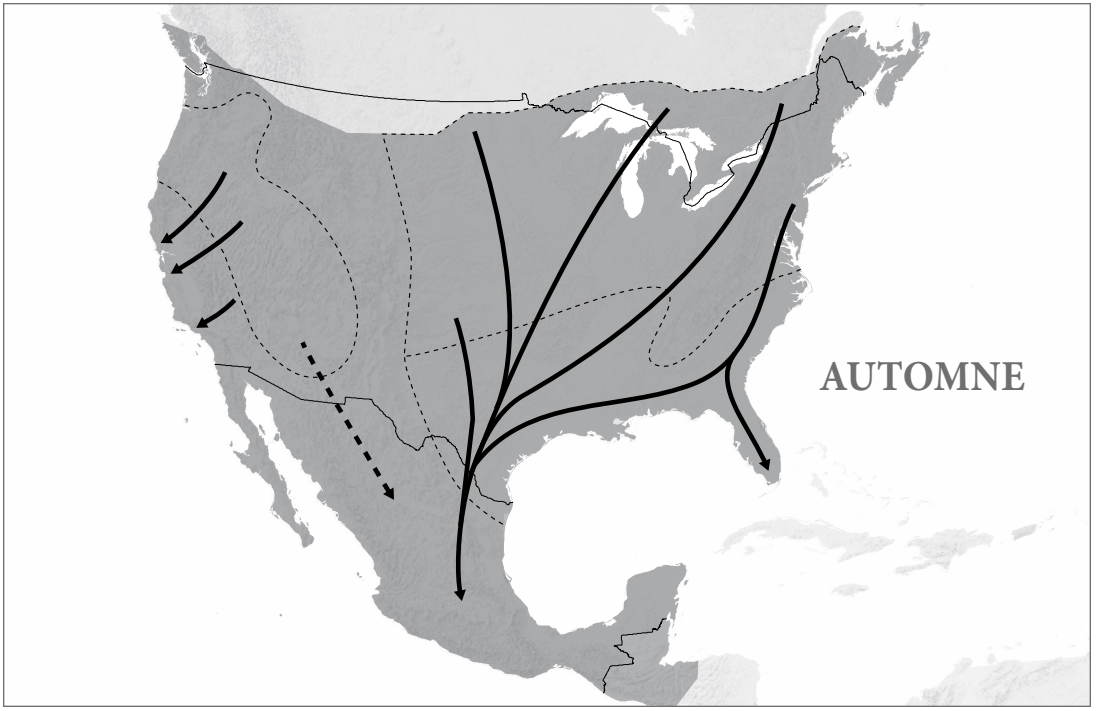
Au stade adulte, on peut distinguer le mâle de la femelle par la tache noire présente sur chacune des ailes postérieures. Cette tache, absente chez la femelle, est constituée d'écailles particulières qui sécrètent une substance chimique utilisée pour attirer les femelles chez de nombreuses espèces de papillons et autres lépidoptères; elle ne semble cependant pas importante pour le monarque. Par ailleurs, l'extrémité de l'abdomen du mâle diffère de celle de la femelle, et cette dernière semble souvent plus foncée que le mâle et les nervures de ses ailes sont plus larges.

Migration automnale

Le monarque est une espèce essentiellement tropicale qui ne survit pas au gel. L'incroyable migration de la population de l'Est a probablement évolué avec l'apparition d'asclépiades dans des régions plus nordiques après la fonte des derniers glaciers (Brower, 1995). Les monarques ont commencé à coloniser le nouvel habitat de leur plante hôte, l'asclépiade, mais ils devaient toujours migrer vers le sud pour la saison hivernale. Chaque année, les papillons se rendent dans la même région montagneuse du centre du Mexique où ils passent l'hiver, protégés par l'**oyamel**, un conifère.

Les monarques qui se développent durant l'été peuvent se reproduire peu de temps après l'éclosion, mais ceux qui éclosent à la fin de l'été ou au début de l'automne se reproduisent plus tard. Cette période de l'arrêt de l'activité de reproduction, appelée diapause, permet aux monarques de conserver pour le vol l'énergie qui autrement aurait servi à produire les œufs et le spermatophore. En outre, l'énergie économisée permet à la génération qui migre de vivre tout l'hiver, soit jusqu'à neuf mois. La diapause des monarques est induite par la diminution de la durée du jour, la fluctuation des températures et le vieillissement des asclépiades (Goehring et Oberhauser, 2002).

Le monarque est le seul papillon à migrer sur une aussi longue distance, aller-retour. La migration automnale commence fin août et début septembre dans le nord des États-Unis et le sud du Canada. Les papillons, qui parcourent entre 80 et 160 kilomètres par jour, sont rejoints par d'autres monarques le long de leur trajet, et ils atteignent le sud des États-Unis à la fin septembre et en octobre. Tout au long de leur migration, les monarques se nourrissent de nectar pour stocker des lipides pour l'hiver (Brower, 1985; Gibo et McCurdy, 1993; Borland et coll., 2004). La nuit, des centaines ou des milliers de papillons migrateurs nichent en grappes dans les arbres. Certains arbres sont utilisés année après année, probablement parce qu'ils sont à l'abri du vent.



Habitat du monarque
Trajectoire de la migration
Migration légère
Aire de population

Source : Cartes réalisées à partir des recherches effectuées par Lincoln Brower, Sonia Altizer, Michelle Solensky et Karen Oberhauser, en tenant compte des cartes élaborées par Journey North et Texas Monarch Watch.

La population qui vit à l'ouest des Rocheuses migre, elle aussi, mais sur une distance beaucoup plus courte. Ces monarques hivernent le long de la côte californienne, puis se retrouvent dans les États du nord-ouest pendant l'été.

Hivernage

Il existe deux colonies d'hivernage en Amérique du Nord : une dans le centre du Mexique et l'autre, sur la côte californienne (Brower, 1995). Durant l'hiver, on trouve également des monarques dans le sud de la Floride et ailleurs le long de la côte du golfe. La population de la Floride se reproduit toute l'année, et elle est probablement grossie par des monarques migrateurs de la population de l'Est (Knight et coll., 1999; Altizer, 2001).

Qu'ils hivernent dans les montagnes du Mexique ou sur la côte de la Californie, les monarques migrent vers des endroits précis. Pour survivre à l'hiver, ils ont besoin de conditions environnementales particulières. Si le temps est trop chaud, ils épuiseront leurs réserves de lipides et ne survivront pas jusqu'au printemps. Le temps chaud pourrait également être favorable à la reproduction, du fait qu'il amène les papillons à quitter leur site d'hivernage lorsque le temps est encore trop froid dans leur habitat de reproduction. Si le temps est trop froid ou humide, les monarques meurent gelés (Anderson et Brower, 1996).

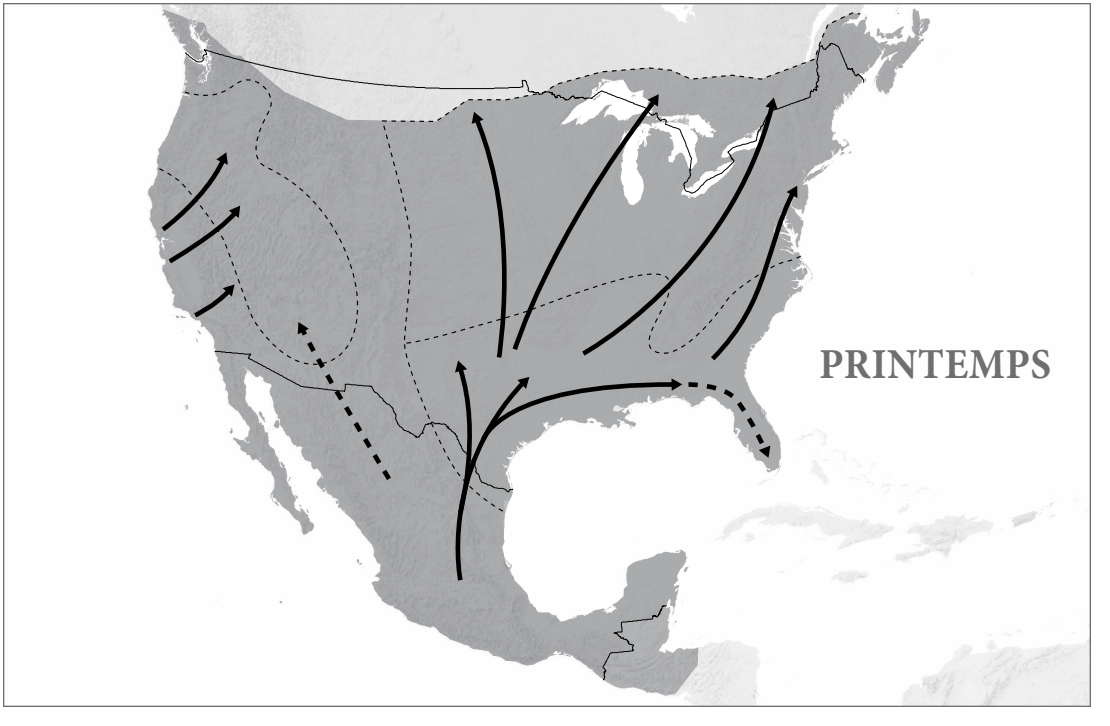
Aire d'hivernage au Mexique.

Les forêts d'oyamel qu'on trouve dans les régions montagneuses du centre du Mexique procurent à la population migratrice de l'Est le climat dont elle a besoin. L'altitude élevée de cette région (environ 3 000 mètres), protège les papillons contre une trop grande chaleur. La forêt offre également une protection contre le vent et le froid. L'exploitation forestière constitue une menace pour ces sites d'hivernage, et il se peut que, d'ici 50 ans, les changements climatiques les rendent inadéquats (Brower et coll., 2002; Oberhauser et Peterson, 2003).

En Californie, les monarques se reposent dans les secteurs boisés dominés par les eucalyptus, les pins de Monterey et les cyprès de Monterey. Les monarques ciblent des sites qui présentent des conditions de microclimat particulières, et on les trouve surtout dans les baies ou les terres. On a signalé la présence de plus de 300 colonies distinctes (Frey et Schaffner, 2004; Leong et coll., 2004).

Migration printanière

Au début du mois de mars, la température des sites d'hivernage se réchauffe, les monarques deviennent plus actifs et certains sortent de leur diapause pour s'accoupler. Les colonies disparaissent rapidement, les monarques amorçant la migration vers leur habitat de reproduction. La migration printanière est très différente de la migration automnale, car elle correspond à la période d'accouplement et de ponte des oeufs. Les monarques de la population de l'Est pondent leurs œufs dans le sud des États-Unis. Ces œufs deviendront la première génération estivale de monarques, qui poursuivront la migration dans l'est de l'Amérique du Nord, où ils trouveront des asclépiades. Les papillons atteignent la limite septentrionale de leur habitat au début ou à la mi-juin.



Habitat du monarque
Trajectoire de la migration
Migration légère
Aire de population

Source : Cartes réalisées à partir des recherches effectuées par Lincoln Brower, Sonia Altizer, Michelle Solensky et Karen Oberhauser, en tenant compte des cartes élaborées par Journey North et Texas Monarch Watch.

3 APERÇU DES PROGRAMMES DE SURVEILLANCE

Il est possible de surveiller le monarque à chacun des stades de son cycle de vie, et les activités de surveillance peuvent être adaptées en fonction des besoins des particuliers et des organisations qui y participent partout en Amérique du Nord. Le tableau 1 donne un aperçu des programmes de surveillance décrits dans le présent guide; nous vous recommandons de parcourir les descriptions des programmes avant de choisir celui ou ceux que vous utiliserez.

Les quatre premières colonnes suivant le nom du programme désignent les quatre stades du cycle de vie annuel du monarque : *reproduction, migration vers le sud, hivernage et migration vers le nord*. Lorsqu'une de ces cases est marquée d'un « x », cela signifie que le programme peut être exécuté au stade en question. Les cartes des migrations automnales et printanières (voir précédemment) montrent les parcours migratoires du monarque, qui se reproduit dans l'ensemble du territoire. Il est donc possible de surveiller les monarques presque partout sur le territoire nord-américain. Les programmes qui utilisent un *dépôt de données centralisé* couvrent habituellement tout le territoire d'un État ou d'une province, ou encore la totalité du parcours migratoire ou des sites de reproduction du monarque. La gestion de ces programmes est centralisée, on applique des protocoles établis, et les données recueillies sont souvent mises à la disposition des participants et de la communauté scientifique. Les programmes qui sont exécutés sur *un seul site* visent généralement à étudier un phénomène biologique qui se produit à un endroit, comme une **aire de repos**. Les programmes pour lesquels les cases Dépôt de données centralisé ou Site unique ne sont pas marquées d'un « x » (vecteurs de vol, évaluation de l'habitat et statistiques biologiques) visent la collecte de données pour lesquelles il n'existe pas encore de base de données centralisée. Si vous souhaitez participer à un programme qui n'est pas associé à une base de données centralisée, nous vous suggérons d'utiliser les protocoles décrits dans le présent document, puis de créer votre propre base de données. Il importe également de communiquer les données au public et aux scientifiques qui s'intéressent au monarque; pour savoir comment entrer en contact avec les scientifiques, n'hésitez pas à communiquer avec nous.

Certains programmes de surveillance ne sont pas associés à une saison ou à un stade du cycle annuel. Par exemple, dans le cadre du projet ***MonarchHealth*** (projet Monarques en santé) , les bénévoles prélèvent un échantillon de l'abdomen des monarques capturés pour déterminer la présence d'une spore parasitaire. Ce prélèvement peut être fait à l'un ou l'autre des stades du cycle de vie, tout comme l'évaluation de l'habitat et le recensement des populations. D'autres programmes peuvent s'intéresser à un stade donné; c'est le cas du ***Monarch Larva Monitoring Project*** (MLMP, Projet de surveillance des larves de monarques) (stade de reproduction) et du programme ***Journey North*** (migration printanière), mais étant donné qu'il y a souvent chevauchement des divers stades et que ceux ci ne surviennent pas au même moment sur le parcours des monarques, les programmes peuvent inclure plus d'un stade.

Il est possible de surveiller le monarque à chacun des stades de son cycle de vie, et les activités de surveillance peuvent être adaptées en fonction des besoins des particuliers et des organisations qui y participent partout en Amérique du Nord.

Tableau 1. Programmes de surveillance du monarque auxquels les particuliers et les organisations peuvent participer

	PROGRAMME OU CATÉGORIE DE PROGRAMME	STADE DU CYCLE DE VIE ANNUEL				DÉPÔT DE DONNÉES CENTRALISÉ?	SITE UNIQUE?**	SITE WEB
		REPRODUCTION ESTIVALE	MIGRATION AUTOMNALE VERS LE SUD	HIVERNAGE	MIGRATION PRINTANIÈRE VERS LE NORD			
ÉVALUATION DE L'HABITAT	Asclépiade (p.16)	x	x	x	x			aucun
	Les sources de nectar (p.24)	x	x	x	x			aucun
SURVEILLANCE DE LA POPULATION REPRODUCTRICE	*Monarch Larva Monitoring Project* (MLMP, Projet de surveillance des larves de monarques) (p.25)	x	x		x	x		http://www.mlmp.org
RECENSEMENTS DES POPULATIONS	Dénombrement de papillons de la *North American Butterfly Association* (NABA, Association nord-américaine des amateurs de papillons) (p.28)	x	x		x	x		http://www.naba.org
	Réseaux de surveillance des papillons (nombreux programmes) (p.30)	x	x		x	x	x	divers sites
	Migration automnale et aires de repos (nombreux programmes) (p.32)		x				x	divers sites
	Monarch Alert (p.35)			x		x		http://www.calpoly.edu/~bio/Monarchs/index.html
MIGRATION	Monarch Watch (p.39)		x			x		http://www.monarchwatch.org
	Texas Monarch Watch (projet de surveillance du monarque au Texas) (p.41)		x		x	x		http://www.tpwd.state.tx.us/learning/texas_nature_trackers/monarch/
	Journey North (migration printanière) (p.42)		x	x	x	x		http://www.learner.org/jnorth
	Correo Real (p.46)		x					aucun
	Vecteurs de vol (p.47)		x		x			aucun
ÉVALUATIONS INDIVIDUELLES DES MONARQUES	MonarchHealth (projet Monarques en santé) (p.49)	x	x	x	x	x		http://www.monarchparasites.org
	Statistiques biologiques du monarque (p.50)	x	x	x	x			http://www.monarchlab.org

* *On considère qu'il existe un dépôt de données centralisé si une organisation tient à jour une base de données concernant divers sites dans une vaste région géographique.*
** *La case Site unique est cochée dans les cas où il existe de nombreux programmes propres à un emplacement.*

Dans le cadre de certains programmes de surveillance, il faut capturer des papillons afin d'évaluer leur état ou les marquer. C'est le cas des projets *MonarchHealth* et *Monarch Watch*. Au Mexique, les lois sur la protection des espèces sauvages désignent le monarque comme espèce protégée, ce qui signifie que les bénévoles ne peuvent capturer de papillons de cette espèce. Les résidants du Mexique qui souhaitent participer à l'un ou l'autre de ces projets doivent communiquer avec un groupe scientifique multidisciplinaire dirigé par le *Procuraduría Federal de Protección al Ambiente* (Bureau du procureur fédéral chargé de la protection de l'environnement). Ce groupe est formé de représentants de la *Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas* (Commission nationale des aires naturelles protégées), de groupes universitaires de l'*Universidad Nacional Autónoma de México* (Université nationale autonome du Mexique), de l'*Instituto Politécnico Nacional* (Institut polytechnique national) et d'organisations non gouvernementales comme le Fonds mondial pour la nature (WWF).

Vous trouverez dans les sections suivantes de l'information sur les objectifs et l'historique des programmes de surveillance, leurs protocoles et la façon dont on utilise les données. Nous avons inclus une description relativement détaillée des protocoles afin de vous aider à déterminer si les projets sont appropriés; cela étant, quiconque souhaite fournir des données en rapport avec un projet donné devrait visiter le site Web pertinent ou communiquer avec les organisateurs du projet.

Vous trouverez la description complète des protocoles et des fiches de données relativement à certains programmes dans une annexe complémentaire (disponible sur le site http://www.cec.org/monarch). Comme la majorité des sites Web sont en anglais, cette annexe sera très utile aux lecteurs dont l'anglais n'est pas la langue maternelle.

4 ÉVALUATION DES HABITATS

Il n'existe actuellement aucun programme indépendant de surveillance de l'habitat du monarque, que ce soit les asclépiades, les sources de nectar ou les sites d'hivernage. Néanmoins, les données sur l'habitat du monarque, plus particulièrement lorsqu'elles portent sur la présence ou l'absence de monarques à certains endroits, permettent de mieux comprendre les besoins biologiques des papillons, les éléments qui menacent leurs populations et les causes des fluctuations dans la taille des populations. Nous décrivons donc ci-après les méthodes de surveillance de la présence et de l'abondance de plantes hôtes pour les larves et des sources de nectar pour les papillons adultes.

Nous ne savons pas très bien dans quelle mesure le monarque utilise les différentes espèces d'asclépiade, ni comment les différentes espèces influencent le développement des larves.

L'asclépiade

La collecte d'informations sur l'utilisation des diverses espèces d'asclépiade par les monarques, la phénologie et la répartition de ces espèces, de même que leur condition est très utile dans le cadre de projet de conservation du monarque et de l'évaluation de leur habitat. Nous ne savons pas très bien dans quelle mesure le monarque utilise les différentes espèces d'asclépiade, ni comment les différentes espèces influencent le développement des larves. Nous savons également peu de choses sur l'impact du type d'habitat, du climat et des modèles d'utilisation des terres sur l'abondance des différentes espèces d'asclépiade.

Nous décrivons ci-après les protocoles de surveillance qui s'appliquent à l'évaluation de la densité, de la condition et de la composition des espèces d'asclépiade.

Densité

Le protocole décrit ici est celui utilisé dans le cadre du *Monarch Larva Monitoring Project (*MLMP, Projet de surveillance des larves de monarques) (pour des informations détaillées et les formulaires de présentation des données, voir le site Web, dont l'adresse figure plus loin dans le présent guide).

Étant donné que les asclépiades ne sont pas nécessairement toutes sorties de terre au début de la saison, on évalue habituellement leur densité au milieu de la période de reproduction du monarque dans une région donnée, lorsque les asclépiades sont à maturité et avant leur **sénescence**. Dans la majorité des zones situées au nord du 35e parallèle, il est préférable de mesurer la densité en juin. Dans les zones au sud du 35e parallèle, la densité devrait être évaluée en mai.

Il existe deux façons de mesurer la densité d'asclépiades. Si vous pouvez facilement faire le décompte de toutes les asclépiades sur votre site, notez le nombre exact de plantes de même que la superficie du site (en mètres carrés). Divisez ensuite le nombre d'asclépiades par la superficie pour obtenir le nombre d'asclépiades au mètre carré. Le nombre obtenu est généralement très petit (moins de 1). Si le nombre d'asclépiades à compter est trop élevé, vous devrez évaluer la densité des plantes par échantillonnage aléatoire. De nombreuses méthodes peuvent être utilisées pour faire une estimation de la densité; dans le cadre du MLMP, on utilise une méthode modifiée de transect en bande, qui suppose le dénombrement des asclépiades dans plusieurs sections d'un mètre carré de **transects** choisis au hasard. L'échantillonnage a pour but de recueillir des données représentatives de l'ensemble du site. Le choix des échantillons ne doit pas être dicté par la présence ou l'absence d'asclépiades; si vous choisissez des sites parce qu'on y trouve des asclépiades, vous obtiendrez une surestimation de la densité.

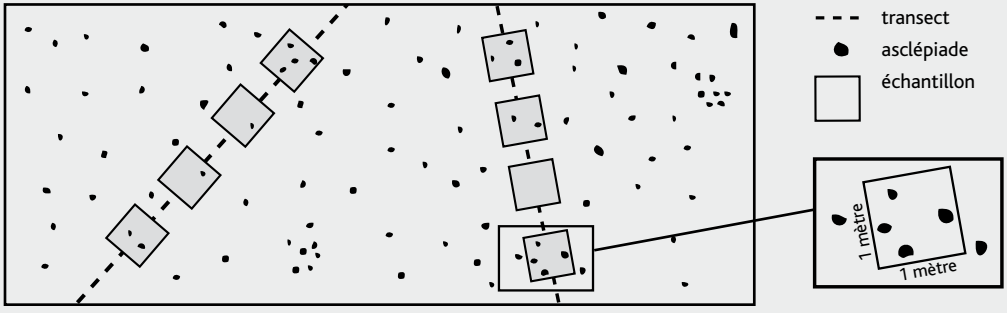


Diagramme du protocole d'évaluation de la densité d'asclépiades.
Ce diagramme, qui n'est pas reproduit à l'échelle, illustre deux transects incluant des sections d'un mètre carré dans lesquelles on évalue la densité d'asclépiades.

S'il y a plus d'une espèce d'asclépiade sur votre site, vous pouvez soit noter la densité totale d'asclépiades, soit noter la densité de chaque espèce. Si vous consignez la densité totale, assurez-vous d'inscrire le nom des espèces qu'on trouve sur le site. Cette méthode est particulièrement efficace dans le cas des asclépiades qui ne poussent pas en bouquets; il est donc difficile d'évaluer la densité d'espèces comme *Asclepias incarnata* et *A. tuberosa*.

Qualité/Condition

Les données sur la qualité des asclépiades peuvent servir à déterminer si les monarques femelles choisissent les asclépiades au hasard ou si certaines caractéristiques des asclépiades font que certaines espèces sont plus susceptibles d'être utilisées pour l'**oviposition**. Ces données aideront les biologistes spécialistes des monarques à comprendre pourquoi une plante donnée ou une espèce d'asclépiade est une « bonne » plante hôte pour le monarque. On peut également utiliser ces données pour évaluer l'évolution de la qualité des plantes durant une saison sur un site ou encore les variations entre des sites de secteurs différents.

Le site Web du MLMP explique comment mesurer plusieurs caractéristiques des asclépiades, à savoir : le nombre et les types d'invertébrés qu'on trouve sur les plantes, les espèces d'asclépiades présentes dans un secteur donné, la hauteur des plantes, l'avancement de la floraison, la proportion de feuilles jaunies ou vieillissantes, et la proportion de feuilles qui ont été dévorées par des herbivores ou affectées par la pollution atmosphérique.

Asclépiade qui jaunit et meurt.

Il importe de choisir les plantes de manière aléatoire afin d'éviter toute subjectivité. Selon le protocole du MLMP, les bénévoles choisissent au hasard la direction dans laquelle ils se déplaceront sur le site de surveillance et mesurent les plantes qu'ils trouvent à toutes les 5 ou 10 foulées (ou toute autre distance préétablie).

Les responsables du programme *Monarch Watch* s'affairent à définir un protocole et à créer un registre de données de surveillance à plusieurs stades de croissance (ou **phénophases**) des asclépiades, y compris la date d'émergence du sol, le premier bourgeon de fleur, la première fleur ou florette éclose sur une inflorescence, la dernière fleur sur une inflorescence, la première gousse et la première gousse éclose. Ces renseignements aideront à déterminer les effets des conditions saisonnières et les effets à long terme des changements climatiques sur les plantes dont dépendent les monarques. Vous trouverez d'autres renseignements sur ce projet sur le site Web *Monarch Watch* (voir l'adresse ci-après).

États et provinces où l'on trouve des plantes du genre Asclepias *(extrait de la base de données sur les végétaux du USDA) .*

Composition des espèces

D'après la base de données sur les plantes du *US Department of Agriculture* (USDA, département de l'agriculture des États-Unis) l'espèce *Asclepias* (asclépiade) pousse dans tous les États américains, à l'exception de l'Alaska, de même que dans le sud des provinces canadiennes. On connaît peu de choses sur la répartition des asclépiades au Mexique, mais on sait que les monarques se reproduisent pendant toute l'année dans les États de Morelos, Guerrero, México, Oaxaca, Veracruz, San Luis Potosí, Chiapas, Michoacán et Hidalgo (Montesinos, 2003). Montesinos (2003) rapporte que des œufs et des larves ont été trouvés sur *A. curassavica* dans tous ces États, et sur *A. glaucescens* à Michoacán.

Quatre espèces d'asclépiades présentes en Amérique du Nord :
a) *A. oenotheroides;*
b) *A. syriaca;*
c) *A. tuberosa;*
d) *A. viridis.*

Les données de surveillance de la présence et de l'abondance de diverses espèces d'asclépiade dans des endroits ciblés seront très utiles, tout comme celles relatives à l'utilisation que font les larves de monarques de ces espèces. Aucun programme ne porte spécifiquement sur ces éléments, mais les protocoles appliqués dans le cadre du MLMP pour décrire les sites comprennent des questions au sujet de la présence d'espèces d'asclépiade dans un secteur, et constituent donc une base de données centrale.

Le tableau 2 renferme la liste de nombreuses espèces d'asclépiades qu'on trouve en Amérique du Nord, de même que les États et provinces où elles sont présentes. Vous pouvez utiliser cette liste pour déterminer les espèces que vous seriez susceptibles d'observer dans votre secteur. La base de données sur les plantes du USDA contient des cartes et des photographies plus détaillées relativement à chaque espèce. Pour le moment, il n'existe pas de base de données similaires sur les asclépiades au Mexique, mais on sait que de nombreuses espèces qui poussent dans le sud des États-Unis se trouvent également au Mexique.

Tableau 2. Espèces d'asclépiades sélectionnées et territoires dans les États américains et les provinces canadiennes[3]

Asclepias amplexicaulis (clasping milkweed, asclépiade à feuilles embrassantes)	Alabama, Arkansas, Connecticut, District fédéral de Columbia, Delaware, Floride, Géorgie, Iowa, Illinois, Indiana, Kansas, Kentucky, Louisiane, Massachusetts, Michigan, Minnesota, Missouri, Mississippi, Caroline du Nord, Nebraska, New Hampshire, New Jersey, New York, Ohio, Oklahoma, Pennsylvanie, Rhode Island, Caroline du Sud, Tennessee, Texas, Virginie, Vermont, Wisconsin, Virginie-Occidentale
Asclepias angustifolia (Arizona milkweed, asclépiade d'Arizona)	Arizona
Asclepias asperula (spider milkweed, asclépiade aspérule)	Arizona, Californie, Colorado, Idaho, Kansas, Nouveau-Mexique, Nevada, Oklahoma, Texas, Utah
Asclepias californica (California milkweed, asclépiade de Californie)	Californie
Asclepias curassavica (bloodflower, asclépiade de Curaçao) *	Californie, Floride, Hawaii, Louisiane, Texas, Puerto Rico, îles Vierges
Asclepias eriocarpa (woollypod milkweed, asclépiade à fruits velus)	Californie
Asclepias erosa (desert milkweed, asclépiade du désert)	Arizona, Californie, Nevada, Utah
Asclepias exaltata (poke milkweed, asclépiade très grande)*	Canada : Ontario, Québec, États-Unis : Alabama, Connecticut, Delaware, Géorgie, Illinois, Indiana, Kentucky, Massachusetts, Maine, Michigan, Minnesota, Caroline du Nord, New Hampshire, New Jersey, New York, Ohio, Pennsylvanie, Rhode Island, Caroline du Sud, Tennessee, Virginie, Vermont, Wisconsin, Virginie-Occidentale
Asclepias fascicularis (Mexican whorled milkweed, asclépiade à feuilles fasciculées)	Californie, Indiana, Nevada, Oregon, Utah, Washington
Asclepias feayi (Florida milkweed, asclépiade de Floride)	Floride
Asclepias fruticosa (African milkweed, faux cotonier)*	Californie
Asclepias glaucescens (nodding milkweed, asclépiade pubescente)	Arizona, Nouveau-Mexique, Texas
Asclepias hirtella (green milkweed, asclépiade hérissée)*	Canada : Ontario, États-Unis : Arizona, Géorgie, Iowa, Illinois, Indiana, Kansas, Kentucky, Louisiane, Michigan, Minnesota, Missouri, Mississippi, Ohio, Oklahoma, Tennessee, Wisconsin

[3] L'aire de distribution au Mexique ne figure pas dans le présent tableau car les données pertinentes ne sont pas disponibles.

Asclepias humistrata (pinewoods milkweed, asclépiade des pinèdes)	Alabama, Floride, Géorgie, Louisiane, Mississippi, Caroline du Nord, Caroline du Sud
Asclepias incarnata (swamp milkweed, asclépiade incarnate)	Canada : Manitoba, Ontario, Québec, Nouveau-Brunswick, Nouvelle-Écosse, Île-du-Prince-Édouard, États-Unis : Alabama, Arizona, Colorado, Connecticut, District fédéral de Columbia, Delaware, Floride, Géorgie, Iowa, Idaho, Illinois, Indiana, Kansas, Kentucky, Louisiane, Massachusetts, Maine, Michigan, Minnesota, Missouri, Caroline du Nord, Dakota du Nord, Nebraska, New Hampshire, New Jersey, Nouveau-Mexique, Nevada, New York, Ohio, Oklahoma, Pennsylvanie, Rhode Island, Caroline du Sud, Dakota du Sud, Tennessee, Texas, Utah, Virginie, Vermont, Wisconsin, Virginie-Occidentale, Wyoming
Asclepias involucrata (dwarf milkweed, asclépiade involucrée)	Arizona, Colorado, Kansas, Nouveau-Mexique, Oklahoma, Texas, Utah
Asclepias labriformis (Utah milkweed, asclépiade du Utah)	Utah
Asclepias lanceolata (fewflower milkweed, asclépiade à feuilles lancéolées)	Alabama, Delaware, Floride, Géorgie, Louisiane, Mississippi, Caroline du Nord, New Jersey, Caroline du Sud, Texas, Virginie
Asclepias lanuginosa (sidecluster milkweed, asclépiade laineuse)*	Canada: Manitoba, États-Unis: Iowa, Illinois, Kansas, Minnesota, Dakota du Nord, Nebraska, Dakota du Sud, Wisconsin
Asclepias latifolia (broadleaf milkweed, asclépiade à larges feuilles)	Arizona, Californie, Colorado, Kansas, Nebraska, Nouveau-Mexique, Oklahoma, Texas, Utah
Asclepias lemmonii (Lemmon's milkweed, asclépiade lemmonii)	Arizona
Asclepias linaria (pineneedle milkweed, asclépiade à feuilles en forme d'aiguilles)	Californie, Arizona
Asclepias linearis (slim milkweed, asclépiade filiforme)	Texas
Asclepias longifolia Michx. (longleaf milkweed, asclépiade à longues feuilles)	Alabama, Arkansas, Delaware, Floride, Géorgie, Lousiane, Mississippi, Caroline du Nord, Caroline du Sud, Virginie, Virginie-Occidentale (image)
Asclepias macrotis (longhood milkweed, asclépiade à long capuchon)	Arizona, Colorado, Nouveau-Mexique, Oklahoma, Texas
Asclepias meadii (Mead's milkweed, asclépiade meadii)	Iowa, Illinois, Indiana, Kansas, Missouri, Wisconsin (illustration)
Asclepias nivea (Caribbean milkweed, asclépiade des Caraïbes)	Puerto Rico, Îles Vierges
Asclepias oenotheroides (zizotes milkweed, asclépiade de Zizotes)	Colorado, Louisiane, Nouveau-Mexique, Oklahoma, Texas
Asclepias ovalifolia (oval-leaf milkweed, asclépiade à feuilles ovées)*	Canada : Colombie-Britannique, Alberta, Saskatchewan, Manitoba, Ontario, États-Unis : Iowa, Illinois, Michigan, Minnesota, Dakota du Nord, Dakota du Sud, Wisconsin, Wyoming
Asclepias pedicellata (*savannah milkweed*, asclépiade pédicellée)	Floride, Géorgie, Caroline du Nord, Caroline du Sud

Asclepias perennis (*aquatic milkweed*, asclépiade vivace)	Alabama, Arkansas Floride Géorgie, Illinois, Indiana, Kentucky, Louisiane, Missouri, Mississippi, Caroline du Sud, Tennessee, Texas
Asclepias physocarpa (balloon-plant, asclépiade physocarpe)	Hawaii
Asclepias prostrata (prostrate milkweed, asclépiade couchée)	Texas
Asclepias pumila (plains milkweed, asclépiade naine)	Colorado, Kansas, Montana, Dakota du Nord, Nebraska, Nouveau-Mexique, Oklahoma, Dakota du Sud, Texas, Wyoming
Asclepias purpurascens (purple milkweed, asclépiade pourpre)*	Canada : Ontario, États-Unis : Arkansas, Connecticut, District fédéral de Columbia, Delaware, Iowa, Illinois, Indiana, Kansas, Kentucky, Louisiane, Massachusetts, Maine, Michigan, Minnesota, Missouri, Mississippi, Caroline du Nord, New Hampshire, New Jersey, New York, Ohio, Oklahoma, Pennsylvanie, Rhode Island, Tennessee, Texas, Virginie, Wisconsin, Virginie-Occidentale
Asclepias quadrifolia (fourleaf milkweed, asclépiade à quatre feuilles)*	Canada : Ontario, États-Unis : Alabama, Arkansas, Connecticut, Delaware, Géorgie, Illinois, Indiana, Kansas, Kentucky, Massachusetts, Missouri, Caroline du Nord, New Hampshire, New Jersey, New York, Ohio, Oklahoma, Pennsylvanie, Rhode Island, Caroline du Sud, Tennessee, Virginie, Vermont, Virginie-Occidentale
Asclepias quinquedentata (slimpod milkweed, asclépiade quinquédentée)	Arizona, Nouveau-Mexique
Asclepias rubra (red milkweed, asclépiade rouge)*	District fédéral de Columbia, Delaware, Floride, Géorgie, Louisiane, Mississippi, Caroline du Nord, New Jersey, New York, Pennsylvanie, Caroline du Sud, Texas, Virginie
Asclepias speciosa (showy milkweed, belle asclépiade)*	Canada : Colombie-Britannique, Alberta, Saskatchewan, Manitoba, États-Unis : Arizona, Californie, Colorado, Iowa, Idaho, Illinois, Kansas, Michigan, Minnesota, Montana, Dakota du Nord, Nebraska, Nouveau-Mexique, Nevada, Oklahoma, Oregon, Dakota du Sud, Texas, Utah, Washington, Wisconsin, Wyoming
Asclepias stenophylla (slimleaf milkweed, asclépiade à feuilles étroites)	Arizona, Colorado, Illinois, Kansas, Louisiane, Minnesota, Missouri, Montana, Nebraska, Oklahoma, Dakota du Sud, Texas, Wyoming
Asclepias subulata (*rush milkweed*, asclépiade subulée)	Arizona, Californie, Nevada
Asclepias subverticillata (horsetail milkweed, asclépiade subverticillée)	Arizona, Colorado, Idaho, Kansas, Nouveau-Mexique, Nevada, Oklahoma, Texas, Utah, Wyoming
Asclepias sullivantii (prairie milkweed, asclépiade de Sullivant)	Canada : Ontario, États-Unis : Arkansas, Iowa, Illinois, Indiana, Kansas, Michigan, Minnesota, Missouri, Dakota du Nord, Nebraska, Ohio, Oklahoma, Dakota du Sud
Asclepias syriaca (common milkweed, asclépiade commune)*	Canada : Saskatchewan, Manitoba, Ontario, Québec, Nouveau-Brunswick, Nouvelle-Écosse, Île-du-Prince Édouard, États-Unis : Arkansas, Connecticut, District fédéral de Columbia, Delaware, Iowa, Illinois, Indiana, Kansas, Kentucky, Louisiane, Massachusetts, Maine, Michigan, Minnesota, Missouri, Montana, Caroline du Nord, Dakota du Nord, Nebraska, New Jersey, New York, Ohio, Oklahoma, Oregon, Pennsylvanie, Dakota du Sud, Tennessee, Virginie, Vermont, Wisconsin, Virginie-Occidentale
Asclepias texana (Texas milkweed, asclépiade du Texas)	Texas

Asclepias tomentosa (tuba milkweed, asclépiade tomenteuse)	Floride, Caroline du Nord, Caroline du Sud, Texas
Asclepias tuberosa (butterfly milkweed, asclépiade tubéreuse)*	Canada : Ontario, Québec, États-Unis : Alabama, Arkansas, Arizona, Colorado, Connecticut, District fédéral de Columbia, Delaware, Floride, Géorgie, Iowa, Illinois, Indiana, Kansas, Kentucky, Louisiane, Massachusetts, Maine, Michigan, Minnesota, Missouri, Mississippi, Caroline du Nord, Nebraska, New Hampshire, New Jersey, Nouveau-Mexique, New York, Ohio, Oklahoma, Pennsylvanie, Rhode Island, Dakota du Sud, Tennessee, Texas, Utah, Virginie, Vermont, Wisconsin, Virginie-Occidentale
Asclepias uncialis (wheel milkweed, asclépiade onciale)	Arizona, Colorado, Nouveau-Mexique, Nevada, Utah
Asclepias variegata (redring milkweed, asclépiade panachée)*	Canada : Ontario, États-Unis : Alabama, Arkansas, Connecticut, District fédéral de Columbia, Delaware, Floride, Géorgie, Illinois, Indiana, Kentucky, Louisiane, Missouri, Mississippi, Caroline du Nord, New Jersey, New York, Ohio, Pennsylvanie, Caroline du Sud, Tennessee, Texas, Virginie, Virginie-Occidentale (image)
Asclepias verticillata (whorled milkweed, asclépiade verticillée)*	Canada : Saskatchewan, Manitoba, Ontario, États-Unis : Alabama, Arkansas, Connecticut, District fédéral de Columbia, Delaware, Floride, Géorgie, Iowa, Illinois, Indiana, Kansas, Kentucky, Louisiane, Massachusetts, Michigan, Minnesota, Missouri, Mississippi, Montana, Caroline du Nord, Dakota du Nord, Nebraska, New Jersey, Nouveau-Mexique, New York, Ohio, Oklahoma, Pennsylvanie, Rhode Island, Caroline du Sud, Dakota du Sud, Tennessee, Texas, Virginie, Wisconsin, Virginie-Occidentale, Wyoming
Asclepias vestita (woolly milkweed, asclépiade poilue)	Californie
Asclepias viridiflora (green comet milkweed, asclépiade à fleurs vertes)*	Canada : Colombie-Britannique, Alberta, Saskatchewan, Manitoba, Ontario, États-Unis : Alabama, Arkansas, Arizona, Colorado, Connecticut, District fédéral de Columbia, Delaware, Floride, Géorgie, Iowa, Illinois, Indiana, Kansas, Kentucky, Louisiane, Michigan, Minnesota, Missouri, Mississippi, Montana, Caroline du Nord, Dakota du Nord, Nebraska, New Jersey, Nouveau-Mexique, New York, Ohio, Oklahoma, Pennsylvanie, Caroline du Sud, Dakota du Sud, Tennessee, Texas, Virginie, Wisconsin, Virginie-Occidentale, Wyoming
Asclepias viridis (green antelope-horn, asclépiade verte)	Alabama, Arkansas, Floride, Géorgie, Illinois, Kansas, Kentucky, Louisiane, Missouri, Mississippi, Nebraska, Ohio, Oklahoma, Tennessee, Texas
Asclepias viridula (southern milkweed, asclépiade verdâtre)	Floride

Nota : Les noms communs français énumérés dans cette liste ne sont pas officiels, à l'exception de ceux suivis d'un astérisque (*). Ils ont été établis à partir de la traduction du nom latin ou commun attribué aux espèces en anglais, et ce, de manière à rendre ces connaissances accessibles aux lecteurs non-spécialistes. Dans tous les cas, le nom latin a préséance.

Sites Web

Monarch Larva Monitoring Project : http://www.mlmp.org
Monarch Watch : http://monarchwatch.org/blog/2008/02/29/milkweed-and-nectar-plant-phenology-project/ (lien vers des renseignements sur la phénologie des asclépiades)
Cartes et images du USDA concernant l'espèce ***Asclepias*** : http://plants.usda.gov/java/profile?symbol=ASCLE

Les sources de nectar

Il n'existe que très peu d'études, voire aucune, sur les sources de nectar du monarque. Par exemple, nous ne savons pas si les déplacements des monarques sont limités par la disponibilité de nectar, ou encore si les papillons trouvent facilement le nectar dont ils ont besoin pour survivre aux stades de la reproduction, de la migration et de l'hivernage. Nous ne savons pas non plus quelles sont les plantes que le monarque affectionne particulièrement comme source de nectar, ni dans quelle mesure les secteurs où pousse l'asclépiade et ceux où se trouvent les sources de nectar se chevauchent. Les bénévoles du MLMP doivent tenir des registres dans lesquels ils inscrivent le nom des plantes qui sont en fleur lors de leurs observations hebdomadaires; cette information fournira certains éléments de réponse. Il n'existe cependant aucun registre central de données sur l'utilisation que font les monarques des différentes sources de nectar.

Récemment, *Monarch Watch* a lancé un programme visant à consigner la date de la première floraison de quelques plantes qui constituent une source de nectar pour le monarque. La liste de ces plantes, que vous trouverez ci-après, pourrait servir de base à l'établissement d'un programme de surveillance des sources de nectar (pour obtenir de l'information sur ces plantes, consultez la base de données sur les plantes du USDA, voir le lien ci-après).

Sources de nectar - Printemps (avril-mai)

Syringa vulgaris — Lilas commun
Taraxacum officinale — Pissenlit officinal
Prunus americana — Prunier d'Amérique

Été (juin-juillet)

Cephalanthus occidentalis — Céphalante occidental
Echinacea purpurea — Échinacée pourpre
Vernonia fasciculata — Vernonie

Automne (août–octobre)

Helianthus annuus — Tournesol
Oligoneuron rigidum (Solidago rigida) — Verge d'or rigide
Liatris aspera — Liatris rugueux
Verbesina virginica — Verbésine
Symphyotrichum ericoides (Aster ericoides) — Aster velu

Outre les mesures d'observation de la présence et de la floraison des espèces susmentionnées, tout renseignement sur les fleurs utilisées par le monarque serait utile.

Monarque en train de se nourrir

Sites Web

Monarch Larva Monitoring Project : http://www.mlmp.org
Monarch Watch : http://monarchwatch.org/blog/2008/02/29/milkweed-and-nectar-plant-phenology-project/
(lien vers des renseignements sur la phénologie des asclépiades)
Base de données sur les plantes du USDA : http://plants.usda.gov/index.html

5 SURVEILLANCE DES POPULATIONS REPRODUCTRICES

Monarch Larva Monitoring Project

Contexte et objectifs

L'objectif primordial du *Monarch Larva Monitoring Project* (MLMP, Projet de surveillance des larves de monarques) est d'aider à mieux comprendre comment et pourquoi les populations de monarques varient dans le temps et dans l'espace. On cherche à déterminer comment les densités de populations monarques fluctuent tout au long de la saison de reproduction dans diverses régions de l'Amérique du Nord, quels sont les stades où on observe le plus haut taux de mortalité, les caractéristiques des plantes qui influencent le choix des papillons femelles, le moment où les monarques reproducteurs se déplacent dans leur aire de reproduction, ainsi que la variation en ce qui concerne le **recrutement** des monarques, en fonction des caractéristiques de l'habitat.

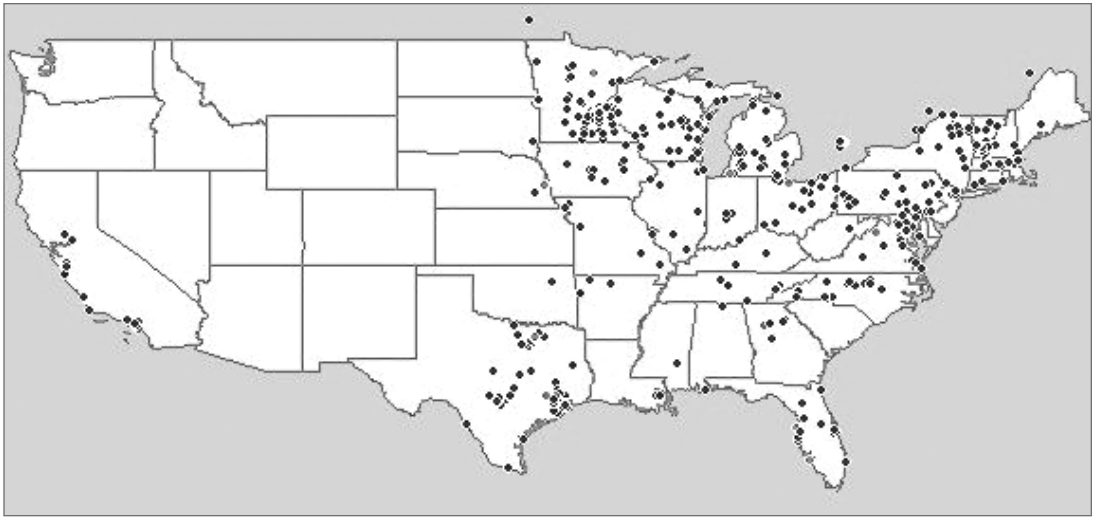
Les bénévoles qui participent au MLMP effectuent un recensement hebdomadaire des monarques et des asclépiades, c'est-à-dire qu'ils mesurent la densité d'œufs et de larves de monarques par plante, ainsi que la qualité des asclépiades. Le projet a été lancé en 1997 à la University of Minnesota, et il bénéficie du soutien de la *National Science Foundation* (Fondation scientifique nationale) (www.nsf.gov), du programme *Monarchs in the Classroom* (Les monarques à l'école) (www.monarchlab.org) et de la Xerces Society (www.xerces.org). Jusqu'à maintenant, les bénévoles ont couvert plus de 800 sites variés dans 34 États américains et 2 provinces canadiennes, tant des zones non aménagées comme des réserves naturelles et des prairies rétablies, que des zones aménagées comme des bordures de routes et des jardins de résidences privées.

Les bénévoles du MLMP entrent les données dans une base de données en ligne. Ainsi, les densités de monarques dans un site ou un État donné sont facilement accessibles dès que les données sont saisies. Par ailleurs, le site Web comprend un sommaire des modèles d'étude et des conclusions sous forme de bulletin annuel et de mises à jour diverses.

Le MLMP a documenté plusieurs tendances temporelles et spatiales en rapport avec la dynamique des populations de monarques, notamment relativement à la ponte très répandue au Texas et dans d'autres États du sud des États-Unis au cours de la migration automnale, une période où la majorité des monarques ne se reproduisent pas. Dans tous les sites étudiés dans le cadre du MLMP dans le sud des États-Unis, on n'a observé que très peu de monarques, voire aucun, au milieu de l'été, mais on y a observé des individus des générations de la fin de l'été et du début de l'automne (Prysby et Oberhauser, 2004; MLMP, 2007). Calvert (1999) a compilé des données sur cette tendance, mais on ne sait pas dans quelle proportion les monarques ont pondu des œufs à l'automne. La tendance est évidente tant dans les secteurs où l'asclépiade pousse à l'état sauvage que dans ceux où elle a été plantée, mais on observe de plus fortes densités d'œufs dans les secteurs où on trouve la variété d'asclépiade tropicale non indigène (*Asclepias curassavica*) (Batalden, 2006). Il se peut que les monarques se reproduisent lorsqu'ils sont exposés à des asclépiades saines, et que le fait de planter des plantes hôtes non indigènes dans des jardins domestiques influe sur la biologie de la reproduction du monarque.

L'objectif primordial du Monarch Larva Monitoring Project est d'aider à mieux comprendre comment et pourquoi les populations de monarques varient dans le temps et dans l'espace.

Emplacements des sites de surveillance du MLMP.



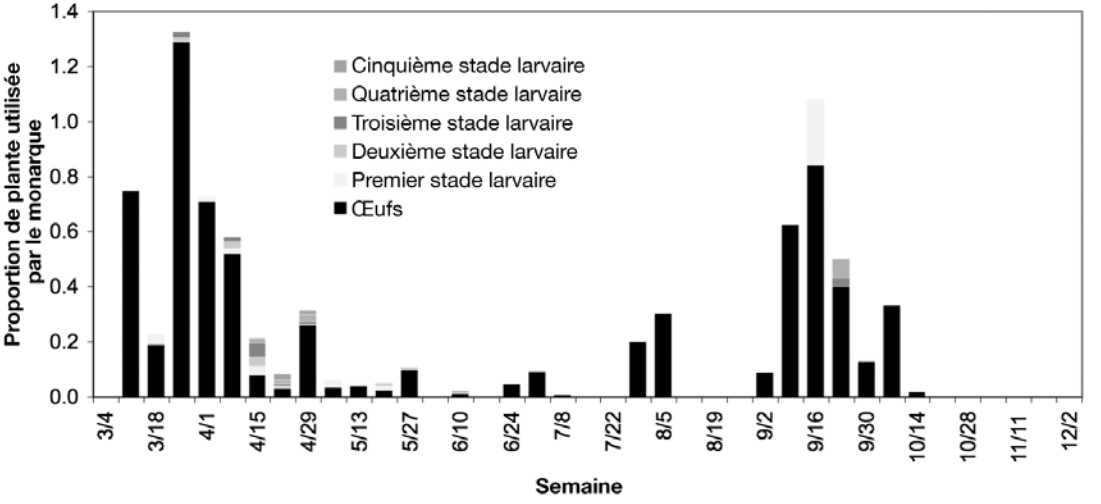
On a récemment utilisé les données recueillies dans le cadre du MLMP pour définir des modèles de niche écologique en vue de déterminer la réaction des monarques aux changements climatiques causés par l'homme (Batalden et coll., 2007). Les données recueillies par les bénévoles du MLMP permettent de déterminer la présence de monarques dans certains secteurs et à des dates données. L'analyse de ces données, combinée aux modèles de changements climatiques, a permis de prédire que d'ici 50 ans, l'habitat des monarques se trouvera beaucoup plus au nord, ce qui nécessitera une migration plus longue et plus rapide. On ne sait pas si les monarques sauront s'adapter à ces changements; une étude plus poussée devrait être utile à cet égard.

On a également utilisé les données du MLMP pour étayer des tendances régionales, annuelles et locales en ce qui a trait au taux de parasitisme par le tachidaire *Lespesia archippivora* (Oberhauser et coll., 2007). Les taux de mortalité attribuable à ce parasitoïde varient grandement d'un endroit à l'autre, et on a constaté que jusqu'à 90 % des monarques observés sur des bouquets isolés d'asclépiades étaient infectés. Il existe par ailleurs des tendances annuelles régionales, illustrant des taux de parasitisme particulièrement élevés pour certaines années.

Si on compare les densités de monarques d'une année à l'autre, on constate une forte variation (MLMP, 2007); les analyses de ces densités et la cohérence de leurs résultats avec ceux obtenus dans le cadre d'autres projets permettront de mieux comprendre les facteurs qui influent sur les populations de monarques.

Protocole

Les bénévoles choisissent leurs propres sites de surveillance, où il doit y avoir des asclépiades. On doit trouver au moins 30 asclépiades dans chaque site, mais celles-ci ne doivent pas nécessairement être toutes au même endroit. L'asclépiade peut pousser dans des zones non aménagées, comme des réserves naturelles et des prairies rétablies, ou encore dans des zones aménagées comme des bordures de routes et des jardins de résidences privées. Les sites devraient se trouver dans des secteurs qui peuvent faire l'objet d'une surveillance régulière, idéalement toutes les semaines lorsque les asclépiades peuvent être observées. Les bénévoles font une description du site en utilisant un



Densité de monarques au Texas en 2007 (MLMP, 2007). Les œufs et les larves observés au printemps sont les descendants de la génération qui a hiverné et qui poursuit sa migration vers le nord pour l'été. Peu de monarques passent l'été au Texas. L'observation d'œufs et de larves à l'automne indique que certains monarques du nord se reproduisent dans le sud.

formulaire accessible sur le site Web du MLMP, et ils actualisent leurs données sur une base annuelle. Les mises à jour annuelles comprennent une estimation de la densité d'asclépiades.

Le protocole de surveillance du MLMP comporte quatre activités différentes. On trouve les fiches de collecte de données en ligne, certaines étant disponibles en plusieurs versions adaptées aux observateurs de divers groupes d'âge. Il existe également des trousses incluant du matériel d'aide à la surveillance.

Estimation des densités de monarques : Il s'agit de la principale activité du MLMP. Tout au long de la période de croissance des asclépiades dans leur site, les bénévoles examinent le plus grand nombre possible de plantes toutes les semaines; ils notent le nombre de plantes qu'ils ont examinées, et le nombre d'œufs et de larves de monarques qu'ils ont observés. On obtient ainsi une estimation hebdomadaire de la densité des monarques dans chaque site de surveillance, établie en fonction de la proportion d'asclépiades sur lesquelles on a observé des monarques.

Conditions météorologiques : De nombreux bénévoles notent la température et les quantités de précipitations sur leur site. Il existe des formulaires pour la compilation de données météorologiques.

Taux de parasitisme : Les ennemis naturels ont un grand impact sur les populations de monarques, et les bénévoles du MLMP recueillent des données sur un groupe d'ennemis naturels qu'on appelle des parasitoïdes, c'est-à-dire des organismes qui se développent dans les larves de monarques et les détruisent. Les données recueillies aident à déterminer comment ce facteur de mortalité varie selon la densité des populations, la période de l'année et le lieu. Les bénévoles prélèvent des larves de quatrième ou de cinquième stade sur leur site et les conservent à l'intérieur, où elles poursuivent leur croissance; ils bénévoles peuvent alors noter si les larves atteignent le stade adulte et, dans le cas contraire, déterminer la cause de leur décès.

Dans le cadre du programme de dénombrement des papillons de la North American Butterfly Association, des bénévoles des États-Unis, du Canada et du Mexique recensent toutes les espèces de papillons observés dans un rayon de 24 kilomètres au cours d'une journée donnée.

Comparaisons entre les plantes qui sont utilisées par le monarque et celles qui ne le sont pas : Les données recueillies dans le cadre de cette activité aident à déterminer quelles sont les caractéristiques qui guident le choix des plantes sur lesquelles les monarques femelles pondent leurs œufs. Cette information aidera les biologistes qui étudient le monarque à comprendre ce qui fait qu'une plante individuelle ou une variété d'asclépiade est une plante hôte adéquate pour le monarque. Les bénévoles évaluent plusieurs caractéristiques des plantes sur lesquelles ils observent des monarques, ainsi qu'un groupe de plantes sélectionnées au hasard dans leur site. Une comparaison des caractéristiques des plantes de ces deux groupes permet aux coordonnateurs du programme de déterminer si les femelles choisissent les plantes en fonction de caractéristiques données.

Site Web

Monarch Larva Monitoring Project : http://www.mlmp.org

6 RECENSEMENTS DES POPULATIONS

Dénombrements des papillons par la North American Butterfly Association

Contexte et objectifs

Dans le cadre du programme de dénombrement des papillons de la *North American Butterfly Association* (NABA, Association nord-américaine des amateurs de papillons), des bénévoles des États-Unis, du Canada et du Mexique recensent toutes les espèces de papillons observés dans un rayon de 24 kilomètres au cours d'une journée donnée. À l'origine, ces dénombrements étaient effectués le 4 juillet, mais ils sont maintenant faits sur une période de plusieurs jours au début du mois de juillet, ainsi que quelques semaines avant et après cette période. Comme la meilleure période pour observer les papillons varie d'une région géographique à l'autre, dans le sud de l'Amérique du Nord, les dénombrements sont généralement effectués de mai à août.

Les dénombrements de papillons de la NABA sont effectués dans trois buts différents et visent des résultats différents (NABA, 2007). Premièrement, les résultats des dénombrements fournissent de l'information sur la répartition géographique et la taille des populations des espèces observées. Ils peuvent aider à détecter l'évolution des populations de papillons et servir à déterminer les effets des changements des conditions météorologiques et de l'habitat sur diverses espèces. Deuxièmement, le programme favorise la création de liens entre les amateurs de papillons et encourage d'autres personnes à s'intéresser aux papillons. Enfin, les dénombrements contribuent à susciter un intérêt pour les papillons et leur conservation.

Le premier dénombrement de papillons du 4 juillet a été effectué en 1975 à l'initiative de la Xerces Society (Swengel, 1990). Cet organisme a défini ses méthodes en fonction des dénombrements d'oiseaux qui sont effectués durant la période des Fêtes depuis de nombreuses années, sous l'égide de la National Audubon Society. Les bénévoles qui ont participé au premier dénombrement de papillons n'ont évalué que 29 sites; en 2006, 483 dénombrements ont été effectués dans 48 États, 3 provinces canadiennes et 2 États mexicains (NABA, 2007). La NABA a intégré le dénombrement de papillons à ses activités en 1993.

Au départ, le dénombrement de papillons du 4 juillet ne visait pas particulièrement la collecte de données scientifiques; on voulait plutôt susciter l'intérêt des amateurs de papillons. Il existe donc des obstacles à une analyse scientifique rigoureuse des données, comme c'est le cas du dénombrement des oiseaux de Noël (Swengel, 1995). Les variations annuelles en ce qui a trait au trajet, aux méthodes ou au nombre d'observateurs pourraient donner lieu à une surestimation de l'augmentation ou de la diminution de l'abondance. Cela étant, des données continentales ne pourraient pas être obtenues autrement, et plusieurs analyses ont démontré l'utilité des données des dénombrements effectués par la NABA. Les monarques, qui sont facilement identifiables, communs et utilisent une multitude d'habitats, se prêtent très bien aux dénombrements. Les échantillons observés sont de grande taille et les données sont vraisemblablement fiables.

Une analyse des données de dénombrements annuels effectués entre le 27 juin et le 24 juillet de 1979 à 1988 révèle une importante fluctuation du nombre de papillons/groupe-heure (Swengel, 1990). Les données sont plus utiles pour démontrer l'existence de fluctuations et de tendances que pour faire état de facteurs précis qui sont à l'origine de ces tendances, mais certaines fluctuations peuvent effectivement être attribuées à des événements donnés. Par exemple, la forte diminution du nombre de monarques observée de 1987 à 1988 est attribuable à une importante sécheresse. D'autres fluctuations notables des populations de monarques sont souvent associées à d'importantes perturbations météorologiques, comme le phénomène d'oscillation australe associé à El Niño et les éruptions volcaniques. Si, au cours d'une année, on observe une fluctuation des populations de monarques, mais qu'il ne semble pas que des conditions météorologiques soient clairement en cause, d'autres facteurs, comme les parasites et les prédateurs peuvent être mis en cause.

Protocole

Les sites de dénombrement et les coordonnées des responsables de la compilation sont accessibles à partir des cartes électroniques publiées sur le site de la NABA. Les bénévoles peuvent participer à une activité de dénombrement existante ou lancer leur propre projet.

Les dénombrements de papillons de la NABA sont effectués à plusieurs endroits dans un rayon de 24 kilomètres. Le dénombrement peut bien entendu être effectué en totalité par une seule personne, mais on obtiendra de meilleurs résultats si plusieurs personnes s'occupent de quelques habitats dans le rayon délimité. Les groupes qui font un dénombrement qui a déjà été effectué doivent se concentrer sur les mêmes sites et les mêmes habitats.

On trouve, dans certains sites, des participants qui font le dénombrement des papillons dans leur propre jardin; dans ces cas, un jardin correspond à un site. On additionne ensuite les papillons dénombrés dans ces sites et ceux dénombrés par les autres bénévoles.

Au départ, le dénombrement de papillons du 4 juillet ne visait pas particulièrement la collecte de données scientifiques; on voulait plutôt susciter l'intérêt des amateurs de papillons.

Les bénévoles répertorient le nombre de papillons adultes qu'ils ont observé dans la nature durant une journée. Le formulaire utilisé à cette fin inclut une liste des noms scientifiques et communs (en anglais) des papillons; si le bénévole observe une espèce qui ne figure pas dans cette liste, il l'inscrit dans la section « Additional Species » (Autres espèces). Il faut également inscrire le nombre d'heures consacrées au dénombrement (par groupe de bénévoles) et le nombre de kilomètres parcourus. Une heure-groupe correspond au nombre total d'heures que chaque groupe de bénévoles a consacré à la compilation du nombre de papillons observés dans un site. La NABA a fixé à six le nombre minimal d'heures-groupe pour tous les dénombrements, sauf lorsque des circonstances particulières s'appliquent. Le nombre de kilomètres parcourus correspond à la distance parcourue à pied par chaque groupe.

Les participants qui observent les papillons dans leur jardin sont ceux qui rapportent le plus grand nombre d'individus d'une espèce à une période donnée; ils ne font pas le total de toutes les observations faites pendant une journée, étant donné que les papillons peuvent revenir plusieurs fois sur les lieux. Le nombre de papillons observés dans les jardins privés est ajouté aux autres dénombrements. Le temps passé par ces participants à observer les papillons est inclus dans le nombre total d'heures-groupe; aucun kilomètre-groupe n'est inclus.

Sites Web

North American Butterfly Association : http://www.naba.org
Consultez également les sites Web des centres d'interprétation de la nature ou des groupes qui s'intéressent aux papillons dans votre région pour connaître les activités de dénombrement dans votre secteur.

Réseaux de surveillance des papillons

Contexte et objectifs

Les programmes de dénombrement de papillons permettent d'évaluer l'abondance de papillons dans une localité. Ces données peuvent servir à étayer les variations, le nombre d'espèces présentes dans divers secteurs, ainsi que les impacts associés à la gestion des végétaux. La majorité des programmes actuels de dénombrement des papillons englobent toutes les espèces de papillons, mais on peut facilement en extraire des données concernant une espèce en particulier, comme le monarque. Les dénombrements annuels de papillons comme ceux effectués par la NABA (voir précédemment), brossent un tableau global de la situation des papillons, mais ils sont moins utiles si on veut faire des analyses détaillées, car ils ne sont effectués qu'une fois par année dans un site donné. Les programmes de surveillance qui prévoient des mesures récurrentes au cours d'une année font exception. Nous décrivons ci-après quelque-uns de ces programmes. Les particuliers et les organisations qui souhaitent participer à un programme de dénombrement peuvent s'informer au sujet des programmes qui existent dans leur région ou lancer leur propre initiative.

En 1987, l'organisme Nature Conservancy a entrepris une étude des effets des activités d'aménagement sur les animaux en mettant sur pied un réseau de surveillance des papillons (RSP). Les premières activités du réseau ont été menées dans sept sites de la région de Chicago, en Illinois. Aujourd'hui, la surveillance est effectuée chaque année dans plus de 100 sites sur tout le territoire de cet État. D'autres États et régions adoptent les protocoles de l'Illinois et créent leurs propres RSP. L'Ohio Lepidopterists' Society dirige un programme similaire dans cet État

depuis 1996; l'Iowa, la Floride et l'Indiana ont également mis sur pied des RSP. Certains particuliers ont aussi lancé des initiatives similaires. Par exemple, un couple du nord du Minnesota a surveillé les environs de sa résidence presque tous les jours en appliquant le protocole décrit ci-après.

On étudie actuellement les données recueillies par les RSP de l'Illinois et de l'Ohio pour déterminer comment et à quel moment les monarques se rendent dans les régions centre et nord de leur territoire. En comparant ces données à celles relatives aux œufs et aux larves, il est possible de déterminer quelles générations sont au stade de reproduction et quelles ne le sont pas. Les données peuvent également servir à illustrer la compatibilité de l'espèce avec certaines techniques d'aménagement du territoire, ainsi que les tendances concernant la population de différents papillons. Ces résultats aideront les responsables de l'aménagement à veiller à la conservation des papillons dans leur région respective.

Bénévoles du Ohio Butterfly Monitoring Network qui effectuent un dénombrement par transects.

Protocole

Tous les RSP font appel à une méthode qui permet aux personnes possédant peu d'expérience d'évaluer l'abondance des papillons en effectuant des dénombrements périodiques dans des transects. La méthode est calquée sur celle qui est appliquée dans le cadre d'un programme britannique de surveillance des papillons, et elle a été mise au point à la Monks Wood Experimental Station, en Grande-Bretagne. On l'appelle communément la méthode Pollard, du nom de la personne qui l'a définie (Pollard, 1977, 1991; Pollard et Yates, 1993).

Le transect est un trajet fixe qui est parcouru à pied sur une base périodique. Lorsqu'on a choisi un transect, on ne doit pas le modifier, puisque l'exactitude des comparaisons hebdomadaires ou annuelles dépend de la continuité. Le transect doit être représentatif de la localité dans son ensemble, mais il pourrait aussi être intéressant d'y inclure des zones qui font l'objet d'une autre forme d'aménagement, qui attirent davantage certaines espèces que d'autres ou qui abritent une population d'une espèce locale présentant un intérêt particulier.

Les personnes qui font le dénombrement des papillons parcourent leurs transects à pied, d'un pas uniforme, et ne comptent que les papillons se trouvant à l'intérieur des limites du transect. Les transects ne doivent pas être trop longs, étant donné que les bénévoles doivent les parcourir à pied au moins une fois par semaine, et que le dénombrement peut être long lorsqu'il y a de nombreux papillons sur le site. Les transects doivent également être bien délimités et avoir une largeur fixe. La largeur exacte importe peu, cependant, le travail se complique lorsqu'elle est supérieure à environ 4,5 mètres. On peut baliser le trajet pour s'assurer de toujours suivre le même. S'il faut parcourir certaines parties du trajet une deuxième fois en raison du chevauchement de transects, il ne faut noter la présence de papillons que la première fois. La meilleure méthode consiste à effectuer une boucle.

Dans tous les RSP d'État, des bénévoles formés collectent des données dans un site désigné et présentent ces données, et ce, chaque été. Ils s'engagent généralement à effectuer un certain nombre de visites chaque été et, idéalement, ils répéteront l'expérience pendant de nombreuses saisons. Chaque dénombrement dure habituellement entre une et deux heures. La majorité des États offrent des ateliers de formation sur la façon de compter et d'identifier les papillons, et ils offrent également un soutien permanent.

Tous les programmes de surveillance dans les États ont besoin d'un plus grand nombre de bénévoles. Pour savoir comment participer à un programme existant, visitez les sites Web mentionnés ci-après. S'il n'y a pas de RSP dans votre région, vous pouvez communiquer avec les bénévoles locaux de la NABA, les directeurs des programmes existants ou les organismes étatiques ou provinciaux responsables des ressources naturelles. Tous les réseaux existants ont été mis sur pied par une poignée de personnes intéressées!

Sites Web

Illinois Butterfly Monitoring Network : http://bfly.org/
Ohio Butterfly Monitoring Network : http://www.ohiolepidopterists.org/bflymonitoring/
Northwest Indiana Butterfly Monitoring Network : http://bfly.org/indiana.html
Florida Butterfly Monitoring Network : http://www.flbutterflies.net/
North American Butterfly Association : http://www.naba.org/
(Certaines sections locales de la NABA commanditent des réseaux de surveillance des papillons.)

Dénombrements lors de la migration automnale et dans les aires de repos

Contexte et objectifs

Nos connaissances sur l'endroit et le moment où les monarques font un arrêt durant leur migration, l'impact des conditions environnementales sur leurs comportements à cette étape et les variations saisonnières demeurent très rudimentaires. Pour combler ces lacunes, certains programmes prévoient des mesures visant à déterminer le nombre d'individus qui migrent à l'automne, ainsi que le moment et le lieu de cette migration. Ces programmes ont des buts et une structure similaires, mais les méthodes utilisées diffèrent. Dans certains cas, on fait des recensements et dans d'autres, les participants parcourent un transect prédéterminé, à pied ou en voiture, d'une manière similaire à celle utilisée pour effectuer les dénombrements de papillons de la NABA et d'autres dénombrements d'individus adultes. De nombreux programmes de surveillance de la migration prévoient également les dénombrements des monarques au repos au début de la journée ou de la soirée. D'autres programmes suivent les méthodes de surveillance des oiseaux migrateurs, c'est-à-dire que les bénévoles s'installent à un endroit et comptent les monarques en vol qu'ils observent. Quelle que soit la méthode utilisée, chaque programme de surveillance vise à obtenir une description plus exacte des tendances générales de comportement des monarques lors de la migration et du repos. Ce qui distingue ces programmes des autres activités de recensement des monarques adultes est le fait qu'ils portent essentiellement sur la migration automnale.

Le projet le plus ancien se déroule à Cape May, au New Jersey. Tous les ans depuis 1992, Dick Walton et de nombreux collaborateurs recensent les monarques migratoires à Cape May, péninsule limitrophe de l'océan Atlantique et de la Delaware Bay (Walton et Brower, 1996; Walton et coll., 2005). Des bénévoles parcourent un transect en voiture pour recenser les monarques qui se regroupent durant leur migration annuelle vers le sud. En 1997, on a lancé une autre étude faisant appel à des méthodes similaires dans le Chincoteague National Wildlife Refuge, sur Assateague Island, une île barrière de la péninsule de Delmarva, en Virginie. (Gibbs et coll., 2006).

Un dénombrement est également effectué depuis 1995 à Long Point, sur la rive nord du lac Érié, en Ontario (Crewe et coll., 2007). Les écosystèmes qu'on trouve dans cette étroite péninsule (plages de sable, dunes, terres humides, marais, savanes et forêts) seraient les mieux préservés dans le bassin des Grands Lacs (Crewe et coll., 2007). Pour cette raison, et compte tenu du grand nombre de monarques qui fréquentent ce secteur, en 1995, le gouvernement canadien a désigné le site comme réserve internationale pour les monarques. Dans ce cas, les dénombrements sont effectués à pied uniquement.

Dans le cadre d'un autre programme de surveillance de la migration automnale, des bénévoles sont à l'œuvre dans le Peninsula Point Recreation Area, administré par le *United States Department of Agriculture Forest Service* (Service forestier du département de l'Agriculture des États-Unis) (Meitner et coll., 2004). Ce projet, lancé en 1996, est mené sur la rive nord du lac Michigan, dans une aire de repos des monarques. Les bénévoles recensent les monarques au repos le matin, puis ils se déplacent à pied le long d'un transect donné durant la journée.

Enfin, à l'extrémité sud de la péninsule de Delmarva, au Coastal Virginia Wildlife Observatory et au Eastern Shore of Virginia National Wildlife Refuge, des observateurs ont dénombré les monarques en migration au cours de la période 1998–2000 au moyen de techniques qui sont habituellement utilisées pour étudier les rapaces migrateurs.

Les données publiées à partir des dénombrements lors de la migration automnale fournissent de l'information importante sur la migration des monarques. Une comparaison des données de surveillance de Cape May avec celles recueillies du Chincoteague National Wildlife Refuge, recueillies de 1997 à 2004, montre des tendances similaires chez les populations des deux sites (Gibbs et coll., 2006), ce qui confirme la fiabilité de ces méthodes comme outils de surveillance.

Walton et coll. (2005) ont résumé les données recueillies à Cape May au cours de la période 1992–2004. Ils ont observé d'importantes variations temporelles annuelles, diurnes et saisonnières, avec une moyenne de 3 490 monarques par année. C'est au début octobre qu'on observe le plus grand nombre de monarques en migration à Cape May, et on peut utiliser ce nombre pour évaluer la population de monarques du Nord-Est. Si on compare les pics migratoires des 12 dernières années, on constate que la population fluctue énormément. Les données de Cape May montrent également qu'il y a environ sept vagues migratoires par année (Walton et coll., 2005). On définit une vague comme une période d'au moins une journée au cours de laquelle on observe plus de monarques que le nombre moyen, chaque vague étant séparée de l'autre par au moins une journée où le nombre de monarques est inférieur à la moyenne.

Une analyse des données recueillies à Peninsula Point, au Michigan, indique que le pic de migration ne se pas produit toujours à la même période, comme on l'a observé à Cape May (Meitner et coll., 2004). Dans le cas des données recueillies à Peninsula Point, on établit une corrélation avec des variables environnementales. Les vents du nord, le climat plus tempéré et le couvert nuageux bas sont autant de facteurs qui ont entraîné une augmentation du nombre de monarques migratoires (Meitner et coll., 2004). Les données sur la migration à partir de Long Point, en Ontario, indiquent que le nombre de monarques était le plus élevé lorsque les vents soufflaient du quadrant nord-ouest vers le quadrant sud-est, que la couverture nuageuse était de 60 à 80 % et que la température était d'environ 20 °C (Crewe et coll., 2007). La présence d'un plus grand nombre de monarques en Ontario lorsque les conditions météorologiques sont défavorables peut s'expliquer par le fait que les papillons se regroupent dans cette région en attendant l'amélioration des conditions de migration.

Les données publiées à partir des dénombrements lors de la migration automnale fournissent de l'information importante sur la migration des monarques.

Protocoles

Les protocoles de surveillance du monarque durant la migration automnale dépendent en grande partie des caractéristiques des sites. Certains dénombrements sont effectués en auto, d'autres à pied, certains sont faits tous les jours, d'autres sur une base hebdomadaire et dans d'autres cas encore, on fait le recensement dans un seul site. Dans la mesure où les données sont recueillies de la même manière, d'une journée, d'une semaine et d'une année à l'autre, on pourra établir des tendances utiles. Nous décrivons ci-après les méthodes utilisées dans divers sites. Nous encourageons cependant les organisations et les particuliers à s'inspirer de ces méthodes pour définir les protocoles qu'ils appliqueront dans leurs propres sites.

Les protocoles de surveillance du monarque durant la migration automnale dépendent en grande partie des caractéristiques des sites.

Dénombrements en voiture. À Cape May, au New Jersey, du 1er septembre au 31 octobre, des observateurs procèdent à deux ou trois dénombrements par jour en se déplaçant en voiture dans un transect standard de 8 km. Le parcours s'effectue à travers divers habitats : forêt de feuillus, terres agricoles, terres humides saumâtres, quartiers résidentiels et dunes côtières le long de l'océan Atlantique et de la baie de Delaware (Walton et Brower 1996). Les bénévoles notent le nombre de monarques vus en train de se nourrir, en vol ou au repos alors que la voiture roule entre 32 et 40 km/h. Les observateurs ne s'arrêtent pas pour compter les concentrations de papillons. Ils notent également l'heure du départ et le temps écoulé, de même que les conditions météorologiques locales.

Dénombrements pédestres. À Long Point, en Ontario, une péninsule longue et étroite, on observe les monarques à deux endroits : le secteur appelé Tip, à l'extrémité est de Long Point, et Breakwater, environ à mi-chemin entre la pointe et la base de la péninsule (Crewe et coll., 2007). Le site du Tip est essentiellement caractérisé par des dunes de sable exposées et arides et des peuplements pionniers de peupliers deltoïdes et de cèdres rouges. L'asclépiade et le liatride à épis (*Liatris spicata*),une plante prisée pour son nectar, sont courants dans cette région. Le site de Breakwater abrite une savane à chêne et érable où on trouve quelques asclépiades, mais pas de liatride à épis.

Les observateurs bénévoles procèdent à des dénombrements quoditiens des monarques en migration. Dans le site du Tip, les dénombrements sont effectués du début août à la mi-octobre; le secteur Breakwater est plus difficilement accessible après la fin septembre, la saison de la chasse à la sauvagine étant commencée (Crewe et coll., 2007). Les observateurs se déplacent pendant une heure, entre 14 h et 17 h, le long d'un parcours établi et notent le nombre de monarques vus en train de se nourrir, au repos ou en vol. Les observateurs recueillent également des données sur certaines variables météorologiques. Ils notent le pourcentage de couvert nuageux (arrondi à la dizaine la plus proche), la direction du vent (sur une échelle de 16), la vitesse du vent et la température.

Dénombrement pédestre et dénombrement des monarques au repos. Entre la deuxième semaine d'août et la troisième semaine de septembre, des bénévoles effectuent trois dénombrements par jour à Peninsula Point, au Michigan. Lors de cette activité, les observateurs notent le nombre de monarques au repos en se déplaçant à pied dans un transect (Meitner et coll., 2004). Avant chacun des dénombrements, les observateurs notent les variables environnementales pertinentes, par exemple la direction et la vitesse du vent, la température et le couvert nuageux. Ce dernier élément est évalué en fonction de la partie du soleil qui est cachée par les nuages, sur une échelle de 5.

Le dénombrement des monarques au repos commence à 6 h et sa durée peut être variable. On compte tous les monarques qui sont au repos sur le phare ou à proximité de celui-ci; les observateurs demeurent donc sur place jusqu'à ce qu'ils aient compté tous les monarques. Les dénombrements effectués à pied dans les transects, qui se déroulent à 9 h et à 13 h tous les jours, sont similaires à ceux effectués à pied et en voiture dans le cadre d'autres programmes. Les bénévoles notent le nombre de monarques actifs et au repos. Le transect longe le sentier aménagé dans la péninsule et tous les observateurs se déplacent à la même vitesse sur une distance de 4 km sans faire d'arrêt; le parcours s'effectue en 45 minutes, environ. Étant donné que plus de 75 % du secteur est boisé, on ne compte que les monarques qui volent près du sol. Ces dénombrements, combinés au recensement des monarques au repos, permettent d'évaluer la population de monarques en migration à Peninsula Point, qu'ils soient au repos ou en train de se nourrir.

Observations des faucons. Davis et Garland (2004) ont effectué des dénombrements de monarques en migration en utilisant une technique de dénombrement ponctuel, qui sert souvent lors de l'étude de rapaces. La plateforme d'observation installée dans le Kiptopeke State Park, en Virginie, se trouve à quelque 5 m au-dessus du sol et offre une bonne visibilité dans un rayon de 360°. Dans le cadre de cette étude, un observateur de faucons a dénombré tous les monarques aperçus pendant le dénombrement des rapaces. La période de dénombrement était divisée en trois parties : une heure après le lever du soleil jusqu'à 10 h, de 10 h 30 à 13 h et de 13 h 30 à 16 h. Il existe un répertoire en ligne des sites d'observation des faucons que les observateurs bénévoles peuvent consulter s'ils veulent dénombrer les monarques au moyen de cette technique.

Sites Web

Chincoteague Monarch Monitoring Project : http://mysite.verizon.net/robgibbs301/monarch.htm/
Hawk Watch Location Directory : http://www.virtualbirder.com/vbirder/onLoc/onLocDirs/HAWK/bg/Find.html
Journey North : http://www.learner.org/jnorth
Monarch Migration Association of North America : http://mmana.org/
Monarch Monitoring Project (Cape May Bird Observatory) : http://rkwalton.com/mon.html

Monarch Alert

Contexte et objectifs

L'accès aux sites d'hivernage des monarques au Mexique est strictement contrôlé, et la surveillance est effectuée par des professionnels du *Procuraduría Federal de Protección al Ambiente* (Bureau du procureur fédéral chargé de la protection de l'environnement), de l'*Universidad Nacional Autónoma de México* (Université nationale autonome du Mexique), de l'*Instituto Politécnico Nacional* (Institut polytechnique national) et de la *Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca* (RBMM, Réserve de la biosphère du monarque), mais des bénévoles participent au recensement des monarques appartenant à la population de l'Ouest dans ces sites. Les populations de monarques à l'ouest des Rocheuses migrent vers des sites précis le long de la côte californienne, où on peut dénombrer environ 200 000 papillons chaque année. Ces sites s'étendent de Marin County, au nord, jusqu'à San Diego County, dans le sud.

Monarques dans un eucalyptus.

La survie des monarques en hiver dépend d'un habitat et de conditions microclimatiques précis. En Californie, les monarques s'abritent dans les bosquets à proximité de l'océan, où ils sont protégés des températures glaciales de l'hiver et des violentes tempêtes. L'habitat adéquat se caractérise généralement par un peuplement d'arbres en forme de U, avec plusieurs rangées d'arbres face au vent, ce qui permet à la lumière de pénétrer et de procurer de la chaleur. Les sites doivent également présenter un couvert multiétagé pour assurer une protection adéquate contre le vent, le froid et les orages, et permettre la pénétration de lumière de manière à offrir une certaine exposition au soleil sans toutefois chauffer de manière importante les papillons. Une chaleur trop intense peut entraîner une accélération du métabolisme des papillons et réduire leur espérance de vie durant l'hivernage.

Autrefois, les monarques de l'Ouest hivernaient probablement dans des peuplements indigènes de pins de Monterey (*Pinus radiata*), de cyprès de Monterey (*Cupressus maculatum*) et de séquoias toujours verts (*Sequoia sempervirens*), mais de nos jours, on les trouve habituellement dans des plantations d'eucalyptus non indigènes. L'eucalyptus procure l'habitat en couches verticales dont les monarques ont besoin et il semble être tout à fait convenable pour remplacer les essences indigènes qui ont disparu à la suite d'importantes activités d'aménagement des terres et d'exploitation forestière. La protection et la gestion des sites d'hivernage des monarques supposent généralement la plantation d'eucalyptus pour compenser la perte de ceux qui sont enlevés conformément aux plans d'aménagement, qui prévoient l'élimination obligatoire des essences non indigènes.

Compte tenu des caractéristiques uniques et de la précarité de l'habitat d'hivernage des monarques dans l'ouest, il est essentiel de surveiller les sites d'hivernage afin de recommander des mesures de gestion scientifique en vue d'assurer la survie des populations de papillons.

La Ventana Wildlife Society (VWS), en collaboration avec Helen Johnson et la California Polytechnic State University à San Luis Obispo, documente la dynamique et la santé des populations de monarques, de même que les sites de repos qu'ils utilisent dans le comté de Monterey. Cette collaboration a permis de recenser neuf importants sites d'hivernage dans ce comté : le Monarch Grove Sanctuary, le George Washington Park, Point Lobos State Reserve, Palo Colorado Canyon à Big Sur, Andrew Molera State Park, Sycamore Canyon à Pfieffer Beach, une propriété privée à Big Sur, ainsi que Prewitt Creek et Plaskett Creek dans la vallée du Pacifique. Ces sites sont gérés par le California Department of Parks and Recreation, le Forest Service, la Ville de Pacific Grove et des particuliers.

Les données recueillies par les observateurs dans le cadre du programme *Monarch Alert* et d'autres programmes menés dans les sites d'hivernage du monarque en Californie servent à illustrer l'évolution des populations de monarques au cours d'une année et d'une année à l'autre. Dans bien des cas, il semble exister un lien entre l'abondance de monarques et l'abondance et la productivité des asclépiades dans leurs habitats estivaux, qui elles dépendent des précipitations et des activités d'aménagement des terres (Ventana Wildlife Society, 2008). Les données révèlent également d'importants déplacements à petite échelle durant l'hiver. Les monarques colonisent divers sites à la fin de l'automne, mais ils abandonnent la majorité de ces sites pour se regrouper dans un plus petit nombre d'habitats. Selon Frey et Shaffer (2004), ces mouvements pourraient servir à atténuer les impacts des facteurs de stress physiologiques attribuables aux conditions climatiques extrêmes. Par exemple, les habitats situés dans le comté de San Luis Obispo ont été abandonnés après plusieurs jours de temps chaud et sec. Il est donc important de protéger de nombreux sites d'hivernage pour assurer la survie des monarques.

La VWS utilise les données de surveillance pour informe le public et les propriétaires privés sur les meilleures façons de gérer les habitats du monarque. Des rapports annuels sont accessibles sur le site Web de l'organisme, en format PDF.

Protocole

Pour déterminer si les monarques hivernent dans un site donné, les biologistes de la VWS se rendent dans un site potentiel entre le lever du soleil et 9 h afin de déterminer s'il constitue un habitat adéquat, d'évaluer l'état du peuplement végétal et de repérer des groupes de monarques. S'il y a des papillons sur le site, on effectuera une surveillance (voir plus loin). Si l'habitat semble adéquat, mais qu'on n'y trouve pas de monarques ou que ceux-ci ne se regroupent pas, on effectuera alors une seule visite de suivi 30 jours plus tard.

Les dénombrements sont effectués une fois par semaine, le matin, du 1er octobre jusqu'à la dernière semaine de février, lorsque la température est inférieure à 13 °C et que les monarques forment encore des groupes. S'il y a de fortes précipitations ou que la visibilité est mauvaise, on attendra au prochain jour de beau temps pour procéder au dénombrement.

Les données d'observation suivantes sont recueillies : date, site, nom des observateurs, heure du début et de la fin de la période préparatoire, heure du début et de la fin du dénombrement, présence de sources de nectar et d'eau, et observation de monarques marqués ou accouplés. Pour chaque arbre sur lequel on observe des monarques, on prend en note le nombre de papillons, l'essence d'arbre, le numéro d'identification de l'arbre, ainsi que l'aspect et la hauteur des groupes de papillons. On consigne séparément le nombre de monarques en vol et le nombre de papillons au sol. Pour évaluer le nombre de papillons dans un groupe, les observateurs évaluent le nombre de monarques dans une petite partie du groupe puis procèdent par extrapolation pour établir le nombre total. On note ensuite la moyenne de tous les dénombrements effectués par les observateurs. Le nombre total de papillons sur chaque arbre est obtenu en additionnant le nombre total des groupes.

Dans certains cas, les papillons sont capturés tôt le matin à même les groupes au repos, en utilisant une perche de 10 mètres à laquelle on a fixé un filet. Les papillons sont marqués au moyen de petits autocollants ronds sur lesquels sont inscrits un numéro d'identification et le numéro de téléphone sans frais de la VWS, et on note leur sexe et l'état de leurs ailes.

Chaque année, des chercheurs qui participent au projet présentent des rapports de surveillance préparés à partir des données recueillies lors du dénombrement et du marquage des monarques, ainsi que des informations sur les conditions météorologiques obtenues des responsables de la saisie des données (Hamilton et coll., 2002; Frey et coll., 2003; Hamilton et coll., 2003).

La VWS organise chaque année des ateliers sur la surveillance des monarques pour promouvoir la collaboration continue entre les amateurs de monarques et les biologistes dans le domaine de la surveillance à long terme en Californie. Les participants reçoivent une formation sur les techniques courantes d'évaluation des populations de monarques. Les bénévoles intéressés ou toute personne vivant dans l'ouest de l'Amérique du Nord et aimerait savoir comment elles peuvent aider à protéger les papillons dans leur secteur peuvent communiquer avec la VWS.

Sites Web

Monarch Alert : http://www.calpoly.edu/~bio/Monarchs/index.html
Ventana Wildlife Society : http://www.ventanaws.org/conservation/monarchs.htm#updates

Capture de monarques dans un grand filet à papillons (Monarch Alert).

Papillon marqué (Monarch Alert).

Surveillance de la Réserve de la biosphère du monarque

Contexte et objectifs

Depuis le début des années 1990, le personnel de la *Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp,* Commission nationale des aires naturelles protégées) dans la ***Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca*** (RBMM, Réserve de la biosphère du monarque) et le personnel de la section mexicaine du Fonds mondial pour la nature (WWF) surveillent les régions et les emplacements occupés par les monarques tout au long de la saison d'hivernage, avec l'aide des résidents locaux (Garcia-Serrano et coll., 2004; Rendón-Salinas et coll., 2007). Depuis 2004, ces activités de surveillance comprennent des mesures effectuées toutes les deux semaines, de novembre à mars (Rendón-Salinas et Galindo-Leal, 2005; Rendón-Salinas et coll., 2006a, 2006b). Les objectifs des activités de surveillance de la RBMM sont d'évaluer l'état de la population de l'Est au cours de la seule période où elle occupe une même région, ainsi que de calculer les taux de mortalité durant la saison d'hivernage et d'en déterminer les causes.

Protocole

En vue de réaliser des projets de recherche ou des activités de surveillance des espèces dans la RBMM, on doit présenter à la direction de la Réserve une demande officielle qui décrit clairement le protocole et les objectifs de chaque projet. Une fois que l'autorisation est accordée, un permis différent doit être délivré par la *Dirección General de Vida Silvestre* (Bureau de gestion de la faune) si le projet prévoit des activités de collecte ou de gestion de la flore et de la faune sauvages. Les résidents locaux qui veulent en savoir davantage peuvent également participer à des activités particulières si le projet le permet.

Sites Web

Section mexicaine du WWF (WWF-México) : http://www.wwf.org.mx/wwfmex/index.php
Conanp : http://www.conanp.gob.mx/

7 MIGRATION

Monarch Watch

Contexte et objectifs

Le programme *Monarch Watch* vise la génération migratrice automnale. Des bénévoles fixent de petites étiquettes aux ailes des monarques qui migrent dans leur région à l'automne. Avant la découverte des colonies hivernantes du Mexique, les chercheurs recourraient à des programmes de marquage similaires pour déterminer où ces individus hivernaient chaque année. Même si on connaît désormais l'emplacement des aires d'hivernage du monarque, les données du programme *Monarch Watch* permettent de répondre aux questions concernant les trajectoires empruntées au cours de la migration automnale et la façon dont les phénomènes météorologiques influent sur la migration, ainsi que de savoir si les habitudes migratoires diffèrent d'une année à l'autre. Des analyses détaillées peuvent également être utilisées pour cerner les régions d'où la plupart des individus proviennent, ainsi que calculer l'écart entre les taux de réussite des individus de différentes régions et les taux de mortalité en cours de migration.

De nombreux programmes scientifiques faisant appel aux citoyens utilisent le marquage pour obtenir des renseignements clés sur les trajectoires et le synchronisme de la migration automnale. L'Insect Migration Association a d'ailleurs été établie en 1952 dans le but de découvrir où les individus de la population de l'Est passaient l'hiver et comment ils s'y rendaient. Maintenu jusqu'en 1994, ce programme se fondait sur la participation d'écoliers, de naturalistes et d'autres citoyens aux activités d'observation, de capture et de marquage des monarques (Urquhart et Urquhart, 1977; Urquhart, 1987). Chaque étiquette comportait un numéro d'identification unique, de même que les coordonnées de l'Insect Migration Association. Chaque fois qu'ils marquaient un papillon, les participants devaient noter la date et le lieu, et quiconque trouvait un papillon marqué devait en communiquer le numéro d'identification, ainsi que la date et le lieu de récupération, à l'Association. En 1975, Kenneth Brugger, un bénévole œuvrant auprès du Dr Fred Urquhart au Mexique, et son épouse Cathy Aguado ont découvert, au centre du pays, des aires d'hivernage encore inconnues de la collectivité scientifique (Urquhart, 1976). Les citoyens locaux connaissaient l'existence de ces aires, mais personne n'avait compris que les papillons qui recouvraient les pics montagneux avaient voyagé depuis des aires de reproduction aussi éloignées que le Canada. Une telle découverte fut possible grâce aux données de marquage qui ont été recueillies durant des années et qui laissaient présager que les monarques hivernants se rendaient dans cette région. Même si on connaît désormais ces aires, les programmes actuels de marquage permettent d'en apprendre toujours plus sur la migration et l'hivernage du monarque.

En 1992, *Monarch Watch* a mis de l'avant un nouveau programme bénévole de marquage visant à poursuivre l'étude des voies migratoires automnales. Fondé sur les mêmes principes que l'Insect Migration Association, ce programme a permis d'améliorer la taille des étiquettes, les adhésifs utilisés et les techniques de mise en place. Les données du programme *Monarch Watch,* de même que les nouvelles analyses dont font l'objet des données de marquage antérieures, continuent de fournir de nouveaux renseignements sur le mouvement des monarques d'un bout à l'autre du continent et l'influence des conditions météorologiques et des autres facteurs environnementaux qui varient d'une année à l'autre (Rogg et coll., 1999). D'autres programmes de marquage ayant cours dans l'ouest

De nombreux programmes scientifiques faisant appel aux citoyens utilisent le marquage pour obtenir des renseignements clés sur les trajectoires et le synchronisme de la migration automnale.

des États-Unis (Ventana Wildlife Society, 2008) et ailleurs fournissent également des données de portée locale sur les habitudes migratoires.

Les analyses préliminaires des données du programme *Monarch Watch* indiquent qu'on marque plus d'individus entre les latitudes de 40° et de 45° nord et les longitudes de 90° et de 100° ouest (O. R. Taylor, communications personnelles), ce qui porte à croire que davantage de monarques évoluent dans ces zones des États-Unis. En outre, les taux de récupération des individus marqués au Mexique varient selon le lieu où ils ont été marqués. Or, une proportion supérieure d'individus marqués entre les longitudes de 95o et de 105o ouest sont récupérés au Mexique (O. R. Taylor, communications personnelles), ce qui donne à penser que les monarques de ces zones sont plus nombreux à atteindre les aires d'hivernage.

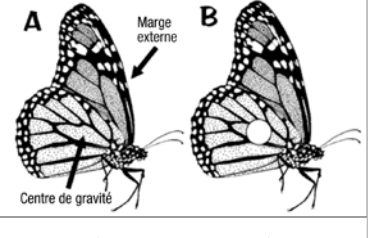
Les efforts de marquage peuvent également servir à identifier et à évaluer les voies migratoires. Au cours de la période de 1998 à 2000, sur la côte est de la Virginie, Garland et Davis ont capturé 2 190 monarques hivernants automnaux, dont six avaient déjà été marqués. À partir de cette information, ils ont été en mesure de déduire les voies migratoires et les taux de déplacement éventuels et la façon dont les conditions de vent les influençaient. Ayant marqué tous les individus qu'ils avaient capturés, ils ont découvert que ceux-ci avaient, certaines années, moins de chance d'atteindre les aires d'hivernage du Mexique (Garland et Davis, 2002).

Monarque marqué par des bénévoles du programme Monarch Watch *dans la Hiawatha National Forest (Peninsula Point, Michigan).*

Protocole

Seuls les monarques migrants doivent être marqués dans le cadre du programme *Monarch Watch*. Selon la latitude, jusqu'à quatre générations de papillons estivaux non migrants peuvent occuper simultanément une même région. La réduction des périodes de clarté, les fluctuations de température et le jaunissement de l'asclépiade entraînent une diapause, c'est-à-dire une période d'arrêt des mécanismes de reproduction, qui coïncide avec la migration automnale (Goehring et Oberhauser, 2002).

On peut se procurer des étiquettes en les commandant sur le site Web du programme *Monarch Watch*, et de nouvelles étiquettes doivent être utilisées chaque année. hacune de ces étiquettes comporte un numéro d'identification unique qui correspond à une saison de marquage particulière. Les participants au programme recueillent des papillons soit en élevant des individus encore immatures dans la nature, soit en capturant des adultes au moyen d'un filet. Les monarques passent une bonne partie de leur temps à se nourrir durant leur voyage vers le sud. En fait, leur poids augmente pendant la migration (Brower, 1985; Gibo et McCurdy, 1993; Borland et coll., 2004). Les endroits où l'on trouve de grands chardons à floraison tardive (*Cirsium altissimum*), plusieurs variétés de tournesol ou des asters sauvages constituent donc des lieux tout indiqués pour repérer un grand nombre de monarques migrants (*Monarch Watch*, 2007).



Placement approprié des étiquettes de Monarch Watch *(Monarch Watch, 2007).*

Les étiquettes *Monarch Watch* sont conçues pour adhérer aux ailes pendant toute la durée de la longue migration. Étant ainsi fixées près du centre de gravité du papillon, elles ne peuvent pas le blesser, ni nuire à son vol (*Monarch Watch*, 2007).

Des fiches de données offertes en ligne sont utilisées pour consigner les numéros d'identification et les dates de libération. Les participants y inscrivent le sexe de chaque individu et précisent s'il a été capturé à l'état adulte ou repéré au stade d'œuf, de larve ou de pupe. Enfin, ils notent également le nom de la ville la plus près ainsi que l'État et le code postal du lieu de capture.

Sites Web

Monarch Watch : http://www.monarchwatch.org
Ventana Wildlife Society : http://www.ventanaws.org/conservation/monarchs.htm#updates (programme de marquage des monarques de la population de l'Ouest)

Texas Monarch Watch

Le Texas occupe une position privilégiée le long de la voie migratoire, car presque tous les monarques de la population migratrice de l'Est traversent cet État pour atteindre les aires d'hivernage du Mexique et en revenir. Offert par le *Texas Parks and Wildlife Department* (TPW, Service des parcs et de la faune du Texas), le programme *Texas Monarch Watch* vise à recueillir des données sur les populations migrantes et résidantes présentes au Texas et à diffuser de l'information sur le monarque auprès du public. Bien que ce programme soit propre au Texas, les méthodes sur lesquelles il se fonde pourraient être mises en application dans d'autres États ou provinces. Les données que les bénévoles recueillent sont synthétisées dans les bulletins du TPW et communiquées à des scientifiques et à des gestionnaires des ressources naturelles.

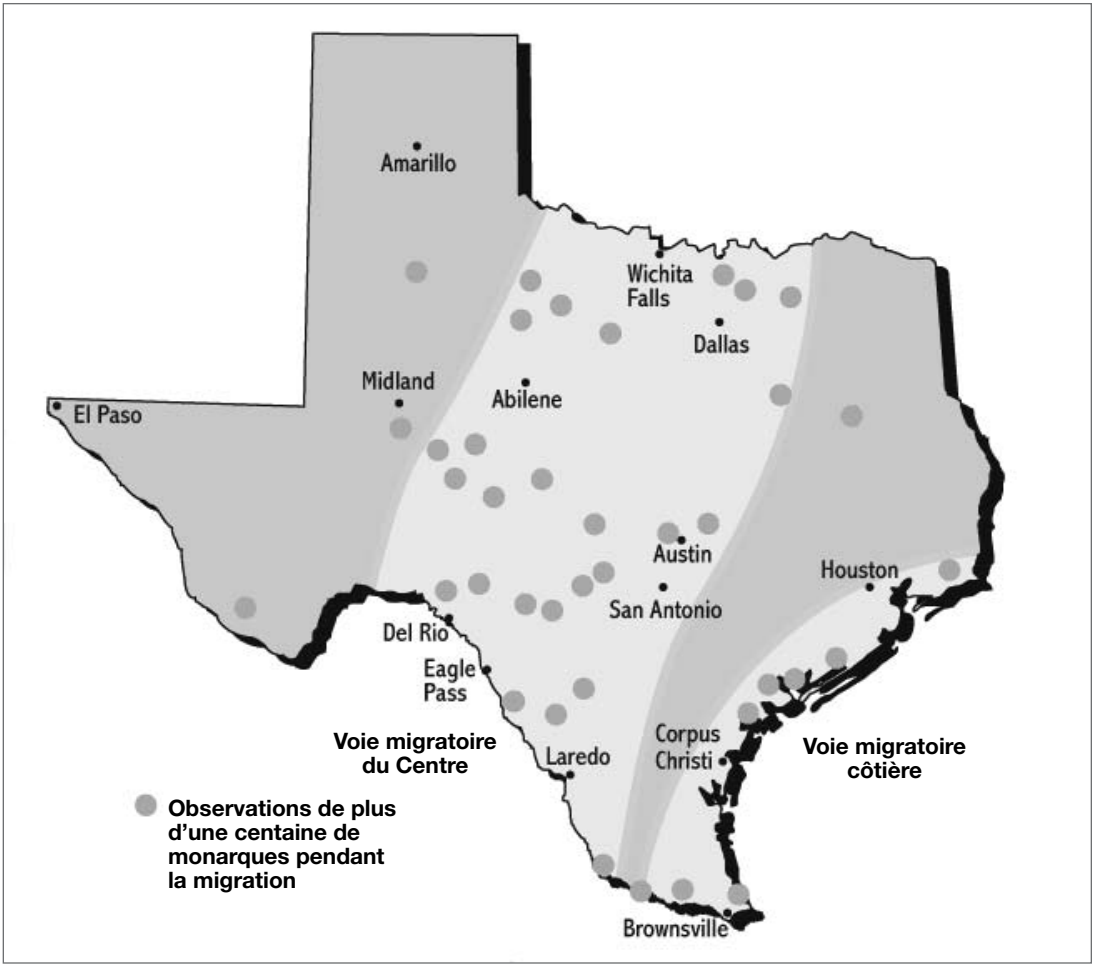
Ces données sont recueillies de deux façons. D'une part, les citoyens peuvent signaler toute observation de monarques en communiquant avec la ***Texas Monarch Hotline*** (ligne d'information sur le monarque du Texas), précisant l'endroit et la date de l'observation ainsi que les conditions météorologiques dans la région. D'autre part, de nombreuses personnes tiennent un journal ou un calendrier d'observation du monarque au moyen d'un formulaire offert sur le site Web du TPW. Les données ainsi consignées concernent principalement le synchronisme et le lieu de la migration automnale.

Les données du programme *Texas Monarch Watch* servent à obtenir un aperçu de l'évolution quotidienne de la migration dans l'ensemble de l'État tout au long de l'année, ainsi qu'à dresser un portrait longitudinal des lieux et des périodes où les monarques sont présents au Texas et de la variabilité de leur nombre d'une année à l'autre. Ces données ont permis de découvrir que les monarques qui volent vers le sud à l'automne empruntent principalement deux voies migratoires. La plus large des deux, la voie migratoire du Centre, s'étend de l'autoroute inter-États 35 jusqu'à la ville de Midland, et s'axe globalement autour des villes de Wichita Falls, d'Abilene, de San Angelo et d'Eagle Pass. La seconde, la voie migratoire côtière, longe la côte du Golfe en s'étendant sur environ 32 kilomètres à l'intérieur des terres. Elle semble s'élargir dans le sud du Texas, où les monarques quittent la côte pour se diriger vers les aires d'hivernage du centre du Mexique.

Site Web

Texas Monarch Watch : http://www.tpwd.state.tx.us/nature et http://www.tpwd.state.tx.us/learning/texas_nature_trackers/monarch/

Des observations faites par des participants au programme Texas Monarch Watch *ont aidé à comprendre le déplacement des monarques au Texas dans les voies migratoires du Centre et de la côte. Carte du TPW.*



Journey North

Contexte et objectifs

Journey North est un organisme à but non lucratif dont la principale mission consiste à solliciter la participation d'écoliers de la maternelle à la douzième année à l'étude globale des migrations et de leurs variations saisonnières. L'organisme a été fondé en 1994 grâce à une subvention de la *National Fish and Wildlife Foundation* (Fondation nationale de la faune aquatique et terrestre), le soutien permanent étant assuré par l'Annenberg Foundation. Journey North constitue un guichet d'accès convivial pour les bénévoles, car son programme se fonde sur des protocoles relativement simples, offre un soutien en ligne adéquat et permet d'obtenir des résultats immédiats. Le programme fait le suivi de la migration printanière du monarque depuis le Mexique, ce qui permet d'obtenir

un portrait de la recolonisation annuelle de l'Amérique du Nord et des facteurs qui en influencent le synchronisme. Les bénévoles signalent leurs premières observations printanières d'individus adultes, à partir desquelles une carte dynamique de la migration est produite sur le site Web de Journey North.

Les bénévoles de Journey North assurent également le suivi des migrations automnales. Une telle étude contribue à déterminer la trajectoire migratoire globale que les monarques empruntent à l'automne, de même que les endroits et les types d'habitat particuliers qui sont essentiels à cette migration automnale. Tout le long de la voie migratoire, les aires de repos nocturnes observées sont portées à la connaissance de Journey North, puis reproduites sur une carte migratoire en temps réel. Cette étude permet donc de documenter l'emplacement des centaines d'aires de repos que les monarques utilisent d'une année à l'autre au cours de leur migration automnale. La présence simultanée d'un grand nombre d'individus à un même endroit laisse deviner l'importance de ces aires de repos. Les résultats initiaux permettent de préciser l'emplacement des voies migratoires et le synchronisme de leur utilisation à l'échelle du continent. L'information recueillie au sujet de l'endroit et du moment où ces aires de repos se forment permet quant à elle de répondre à d'autres questions de nature scientifique concernant les ressources utilisées dans ces aires. Les scientifiques amateurs peuvent jouer un rôle de premier plan dans l'évolution de la compréhension de ces ressources dynamiques et éphémères que les monarques exploitent quotidiennement durant leur migration.

Avant la création de Journey North, Cockrell et coll. (1993) avaient procédé à l'étude de la migration printanière du monarque la plus exhaustive jamais réalisée, c'est-à-dire qu'ils ont dénombré les individus immatures présentant différents stades de développement qui se trouvaient sur des transects d'asclépiades dans soixante-deux endroits seulement. Grâce à Internet, ce sont désormais des centaines d'observateurs de Journey North qui transmettent des données tout le long des voies migratoires. À partir du moment où des cartes météorologiques et des données climatiques en temps réel ont été diffusées sur Internet, on a pu établir une correspondance entre les phénomènes migratoires et les conditions atmosphériques, de manière à analyser le rythme des migrations saisonnières à la lumière des variables climatiques. Depuis 1997, tous les registres et cartes de migration sont stockés en permanence sur le site Web. De plus, des mises à jour hebdomadaires documentent les caractéristiques particulières de chaque saison migratoire. Cette information permet aux scientifiques d'analyser en temps réel la dynamique de la migration du monarque. Conjuguées aux cartes météorologiques, aux données climatiques et aux autres renseignements géographiques, ces données fournissent de l'information cruciale pour la conservation, y compris l'identification des principales voies migratoires et des moments critiques de passage (Howard et Davis, 2004), des phénomènes météorologiques, des activités humaines qui touchent les populations ainsi que des éventuelles répercussions des changements climatiques sur la migration et la répartition géographique du monarque.

Outre leur immense valeur scientifique, les cartes migratoires du programme *Journey North* constituent des outils de communication fort précieux qui peuvent susciter l'intérêt et la participation du public à la conservation du monarque. D'un point de vue pédagogique, Journey North fournit des données scientifiques concrètes en temps réel ainsi que des documents éducatifs connexes.

Journey North est un organisme à but non lucratif dont la principale mission consiste à solliciter la participation d'écoliers de la maternelle à la douzième année à l'étude globale des migrations et de leurs variations saisonnières.

Aire de repos automnale au Texas.

Protocole

Aux fins de contrôle de la qualité, les participants doivent s'inscrire auprès de l'organisme en vue de contribuer aux observations. L'inscription est gratuite, et la confidentialité est garantie. Le personnel de Journey North communique régulièrement par courriel avec les participants afin de confirmer les observations ou d'obtenir de l'information supplémentaire. Les participants doivent être en mesure d'identifier les monarques avec précision et de les distinguer des espèces analogues. Des documents d'information sur l'identification des individus ainsi que du soutien sont offerts par le personnel de Journey North et sur le site Web de l'organisme.

Migration printanière (le « périple vers le nord ») : Le programme *Journey North* assure le suivi des premières vagues migratoires en recueillant des constats sur les premières observations effectuées. Les monarques quittent les aires d'hivernage du Mexique en mars, mais les individus les plus précoces s'envolent à la fin de février. Les premiers migrants apparaissent généralement au Texas durant la première moitié du mois de mars. Dans les deux dernières semaines d'avril, la majeure partie de la génération hivernante a disparu, mais les petits poursuivent leur périple en direction du nord. À la fin du mois de juin, les monarques ont généralement regagné leurs aires de reproduction des États-Unis et du Canada. Ce périple vers le nord donne lieu à quatre types d'observations.

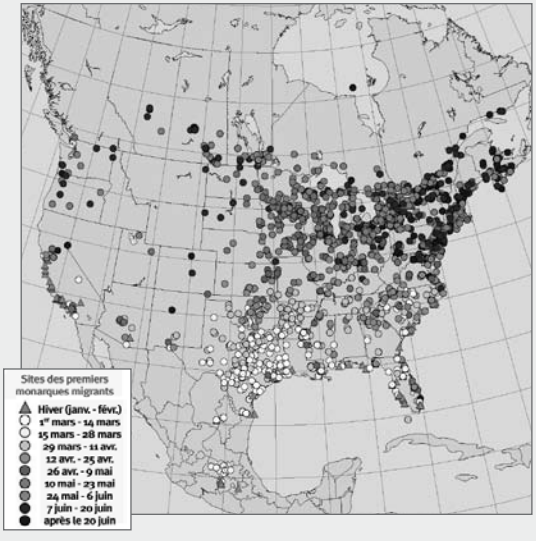
D'abord, les observations prémigratoires ou « hivernales » sont faites en janvier ou en février partout dans l'aire de reproduction, y compris les côtes du Golfe et de l'Atlantique. Ces observations sont reproduites sur les cartes migratoires afin d'indiquer les endroits où des groupes de monarques ont vraisemblablement passé l'hiver.

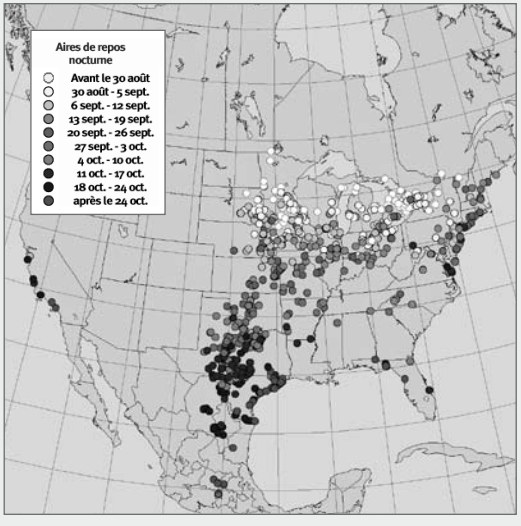
Ensuite, les premières observations d'individus adultes sont faites de mars à juin, au moment où les monarques se dispersent dans le nord et l'est. Les participants surveillent les monarques dans le cadre de leurs activités quotidiennes, soit en appliquant des méthodes d'observation normalisées (observation constante, au même moment de la journée, au même endroit, etc.), soit en signalant simplement les individus aperçus. Ces « premières observations » visent donc les premières vagues de la migration printanière.

Les participants signalent également les premiers indices qui révèlent la présence de monarques se reproduisant dans leur région, c'est-à-dire les premiers œufs ou larves qu'ils aperçoivent. Ces observations indiquent que les monarques ne font pas que simplement traverser la région, mais qu'ils s'y reproduisent.

Enfin, les participants sont invités à surveiller l'apparition des premières tiges d'asclépiade au printemps et à consigner la date du déploiement des premières feuilles. L'objectif consiste ici à documenter le synchronisme de la croissance précoce de l'asclépiade dans l'aire de reproduction.

Les participants diffusent leurs observations sur le site Web du projet, en précisant la date de l'observation ainsi que la ville la plus près et l'État ou la province. Ils peuvent également ajouter des commentaires (conditions météorologiques, comportements des individus, etc.) dans l'espace prévu à cette fin. Si la situation le permet, les participants indiquent aussi la latitude et la longitude précises de l'endroit où l'observation a été faite. Dans le cas contraire, le système informatique déterminera les coordonnées de la ville la plus près au moyen d'une base de données de codes postaux. Toutes les observations sont attentivement passées en revue par le personnel de Journey North, dans l'éventualité où des communications de suivi seraient nécessaires.





Gauche : Sites des premières observations de monarques, indiquant le déplacement des monarques vers le nord au printemps.
Droite : Aires de repos nocturne indiquant le déplacement des monarques vers le sud à l'automne.

Migration automnale (le « périple vers le sud ») : Les observations relatives à la migration automnale se font d'août à décembre, au moment où les bénévoles de **Journey North** signalent la présence d'aires de repos nocturne et de monarques migrants. Une aire de repos nocturne est un endroit qui comprend généralement un ou plusieurs arbres dans lesquels les monarques se regroupent et se reposent pour la nuit durant leur migration automnale. Ces aires peuvent compter des centaines, voire des milliers d'individus. Le regroupement doit comprendre au moins une douzaine d'individus pour être considéré comme une aire de repos. Les grands rassemblements d'individus qu'on observe à proximité des sources de nectar ne constituent pas des aires de repos. Des descriptions détaillées des comportements typiques des monarques au repos ainsi que des photographies et des renseignements supplémentaires sont offerts sur le site Web de **Journey North**. Le suivi de ces aires de repos permet de documenter l'évolution de la migration vers le sud.

Les bénévoles de **Journey North** surveillent également les monarques migrants afin de calculer le nombre d'« individus par minute » ou d'« individus à l'heure » et, par conséquent, le rythme de la migration. Le personnel de **Journey North** analyse ensuite toutes les observations, puis établit des cartes qui illustrent le passage de la vague migratoire de pointe..

Site Web

Journey North : http://www.learner.org/jnorth

Correo Real

Contexte et objectifs

Correo Real est l'équivalent mexicain du programme *Journey North*, et son objectif consiste également à recueillir des données sur les migrations du printemps et de l'automne (voir l'exposé détaillé ci-dessus). À titre de projets concertés, ces deux programmes arrivent à transcender la barrière linguistique entre l'anglais des États-Unis et l'espagnol du Mexique. Le fondateur et directeur du projet, Rocio Treviño, administre un réseau de plus de deux cents participants et recueille des données tout au long de la voie migratoire qui traverse le nord du Mexique.

Correo Real *est l'équivalent mexicain du programme* Journey North, *et son objectif consiste également à recueillir des données sur les migrations du printemps et de l'automne*

En 1992, *Protección de la Fauna Mexicana* (Service de protection de la faune du Mexique) a mis de l'avant le programme *Correo Real* dans le but d'établir, le long de la route migratoire mexicaine, un réseau de conservation du monarque axé sur la participation d'écoliers et d'enseignants. Reconnaissant la nécessité d'approfondir les connaissances et les données sur la biologie et la conservation de l'espèce, *Correo Real* offre aux écoliers et aux enseignants de la formation portant sur la collecte d'information relative aux monarques migrants. Les participants consignent le nombre d'individus observés, le moment auquel l'observation est réalisée, le comportement des individus (notamment le vol, l'alimentation ou le repos), les endroits ou les végétaux où ils s'alimentent ou se reposent, ainsi que les conditions météorologiques. *Correo Real* a également élaboré des manuels et d'autres documents éducatifs dans le cadre de ses activités de formation. À ce jour, plus de 3000 enseignants ont reçu une telle formation dans les États de Coahuila, de Nuevo León, de Querétaro et de San Luis Potosí.

Au début du programme, toutes les communications étaient acheminées par courrier, d'où le nom *Correo Real* (qui signifie « poste royale » en espagnol). Ce programme de surveillance a contribué de manière significative à la collecte d'information au Mexique, bien que la majeure partie des données recueillies restent à analyser.

Protocole

Correo Real recueille des observations sur la migration des monarques, ainsi que des notes détaillées sur les comportements (alimentation, vol, repos, etc.) et les conditions météorologiques constatés au moment de l'observation. Le protocole employé est similaire à ceux des programmes *Journey North* et *Journey South* décrits ci-dessus.

Site Web

Correo Real : http://www.profauna.org.mx/monarca/
Courriel : correo_real@prodigy.net.mx

Vecteurs de vol

Contexte et objectifs

Les scientifiques ont beaucoup progressé dans leur compréhension du vol du monarque, mais ils ne savent toujours pas avec exactitude comment les individus répartis de l'Ontario au Dakota du Nord arrivent, année après année, à retrouver les mêmes aires de repos dans les forêts d'oyamel des États mexicains de Mexico et de Michoacán. Ils utilisent manifestement des données environnementales afin de guider leur vol migratoire, mais on ignore lesquelles. En consignant systématiquement les directions dans lesquelles les monarques volent, il est possible de trouver des indices qui éclairciraient le mystère. Les directions de vol sont souvent désignées par les termes « **vecteurs de vol** » ou « **relèvements de fuite** ». De tels renseignements aident à comprendre les trajectoires de vol que les monarques empruntent durant leur migration, qu'il s'agisse d'individus migrants ou non, et à déterminer comment ils réagissent à leur situation géographique.

Bien qu'il n'existe aucune base centralisée de données sur les vecteurs de vol, celles-ci servent à plusieurs fins, et leur collecte, surtout lorsqu'elle est conjuguée à d'autres données de surveillance, peut donner de précieuses indications sur la biologie du monarque. On sait déjà que les monarques migrants préfèrent de loin les trajectoires sud et sud-est à l'automne, tandis qu'en été, les directions de vol suivent une répartition aléatoire (Kanz, 1977; Schmict-Koenig, 1985; Perez et Taylor, 2004). L'étude du vol directionnel permet donc de déterminer si les individus observés sont des migrants. Perez et Taylor (2004) ont appliqué cette définition du comportement de vol migratoire pour démontrer que les monarques continuent de migrer même lorsqu'ils sont au stade reproducteur (c.-à-d., qu'ils ne sont pas en diapause). Ayant aussi utilisé les vecteurs de vol pour déterminer à quel moment les individus migrent, Taylor et Gibo (inédit, site Web du programme *Monarch Watch*) ont recueilli des données qui confirment que les monarques entreprennent leur migration au moment où le soleil forme un angle allant de 56° à 47° au-dessus de l'horizon.

Afin d'en apprendre davantage sur les voies particulières que les monarques suivent depuis leurs aires de reproduction du nord des États-Unis et du Canada jusqu'aux aires d'hivernage de la chaîne transvolcanique du centre du Mexique, et d'étudier le mécanisme d'orientation grâce auquel ils repèrent ces aires d'hivernage restreintes, Calvert (2001) a relevé des vecteurs de vol à différents moments de la journée et à différents endroits au Texas et au Mexique. Il a ainsi démontré que les monarques se servent d'une boussole solaire ou azimutale à compensation chronologique, ou encore qu'ils suivent d'autres signaux non solaires au-dessus des espaces dégagés. Lorsqu'ils atteignent la Sierra Madre orientale, dans l'est du Mexique, les monarques bifurquent pour suivre cette chaîne de montagnes.

Les données sur les vecteurs de vol sont, par ailleurs, des renseignements tout simplement intéressants à recueillir et à analyser. Toute personne intéressée peut, où qu'elle habite, consigner de telles données pour les individus qu'elle aperçoit en vol à l'époque où les monarques sont de passage dans sa région, et contribuer ainsi à documenter la **phénologie** des mouvements directionnel et non directionnel.

On peut mesurer les vecteurs de vol soit au moment de libérer des individus captifs, soit lorsqu'on aperçoit des individus en vol.

Protocole

On peut mesurer les vecteurs de vol soit au moment de libérer des individus captifs, soit lorsqu'on aperçoit des individus en vol. Les aires de libération devraient être dégagées sur 360° afin de favoriser le vol, car les immeubles, les gros arbres et même les stationnements peuvent nuire au vol dans certaines directions. Comme les papillons non migrants volent généralement de façon aléatoire (dans toutes les directions), toute observation de vol orienté (dans une direction particulière) pourrait révéler l'adoption d'un comportement migratoire ou le contournement des obstacles. Avant de libérer les individus captifs, on doit abaisser leur température de façon qu'elle oscille entre 0° et 4°C afin de prévenir les réactions de fuite désordonnée. On peut utiliser une glacière ordinaire pour ce faire. Il est toutefois préférable de procéder à la libération par une journée ensoleillée, de sorte que les individus en hypothermie puissent se réchauffer suffisamment pour s'envoler. On les place ensuite sur une éponge ou toute autre surface irrégulière constituant un substrat auquel les griffes tarsales s'agripperont pour empêcher les insectes d'être soufflés. Une fois que les papillons se sont envolés de l'éponge, on détermine leur trajectoire de vol au moyen d'une boussole à main.

Pour mesurer les vecteurs des individus déjà en vol, on doit se placer directement sous la trajectoire et observer le papillon jusqu'à ce qu'il disparaisse. Ces observations devraient être faites dans des espaces dégagés, où les comportements de vol ne seront pas perturbés par la présence de collines, d'immeubles, d'arbres ou d'autres obstacles. L'axe allant de la position de l'observateur au point de l'horizon au-dessus duquel le papillon disparaît, constitue le vecteur de vol de ce dernier. Généralement, la plupart des individus volent dans une seule direction globale durant la migration, mais suivent toutes les directions lorsqu'ils ne sont pas en période migratoire.

Site Web

Article intitulé Tactics and Vectors : http://www.erin.utoronto.ca/~w3gibo/

(Bien que ce site Web n'ait pas été mis à jour depuis la fin des années 1990, il présente des renseignements d'excellente qualité sur la mesure des vecteurs de vol du monarque.)

8 ÉVALUATION DES INDIVIDUS

MonarchHealth

Contexte et objectifs

Le monarque peut être infesté par un **parasite protozoaire**, *Ophryocystis elektroscirrha (Oe)* (Altizer, 2001). Inoffensif pour l'homme, ce parasite peut inhiber la croissance normale du papillon et en réduire la taille et le taux de survie. *Oe* infeste la larve du monarque lorsque celle-ci ingère les spores accidentellement déposées sur les feuilles d'asclépiade par les femelles qui y pondent leurs œufs. Se déplaçant dans la paroi intestinale, le parasite se reproduit à l'intérieur de la larve et finit par émerger hors du corps de l'individu adulte. Altizer et coll. (1997) ont démontré que la prévalence du parasite varie de façon marquée parmi les populations sauvages. En effet, l'indice parasitaire est inversement proportionnel aux distances parcourues pendant la migration, la population migratrice de l'Est affichant l'indice le plus faible.

L'objectif du projet *MonarchHealth* (Monarques en santé) est d'en apprendre davantage sur la façon dont la prévalence du parasite *Oe* varie dans le temps et dans l'espace sur tout le territoire de l'Amérique du Nord. Ce programme scientifique faisant appel aux citoyens a été lancé en 2006 (*MonarchHealth*, 2007). Les résultats initiaux ont démontré que 12 % des monarques recueillis par des bénévoles avaient été infestés par *Oe*, la proportion d'individus infestés ayant augmenté tout au long de la saison de reproduction. Des données supplémentaires permettront de confirmer les résultats déjà diffusés et de comparer les taux d'infestation entre les populations et dans le temps.

De façon plus générale, *Oe* est étroitement lié au parasite responsable du paludisme chez l'humain. L'étude de ce parasite chez le monarque pourrait permettre de mieux saisir comment l'action humaine, telle que la pulvérisation d'insecticide pour éliminer les moustiques qui transmettent le paludisme, influe sur les taux d'infection pathologique. Comme bon nombre de maladies qui affectent les humains et les animaux sont propagées par des espèces migratrices, ce projet aidera les chercheurs à en apprendre davantage sur les interactions entre les maladies et les hôtes migrateurs.

Au Mexique, un projet similaire est mené depuis 2003 par l'*Instituto Politécnico Nacional* (Institut polytechnique national) en vue d'approfondir les données sur la prévalence d'*Oe* dans les colonies hivernantes et ses variations dans le temps, ainsi que pour évaluer la flore bactérienne normale des individus hivernants. Une seconde étude prévoit la collecte de 50 à 60 individus pendant l'hiver aux fins d'analyse de leur charge bactérienne. Dans l'éventualité d'un phénomène de mortalité élevée, de telles analyses permettront de distinguer les bactéries et les champignons appartenant à la flore normale des individus de ceux qui pourraient se révéler pathogènes.

L'objectif du projet MonarchHealth *est d'en apprendre davantage sur la façon dont la prévalence du parasite* Oe *varie dans le temps et dans l'espace sur tout le territoire de l'Amérique du Nord.*

Les chercheurs s'appuient sur l'apparence physique du monarque pour comprendre les habitudes migratoires et les comportements reproducteurs au sein des colonies hivernantes.

Protocole

Les participants au projet *MonarchHealth* doivent s'inscrire sur le site Web du projet afin de recevoir par la poste les fournitures nécessaires à l'échantillonnage. Des ensembles d'appoint sont offerts aux bénévoles qui ont épuisé toutes leurs fournitures. Les bénévoles doivent capturer des individus adultes ou repérer des chenilles sauvages qu'ils élèveront jusqu'à leur maturité. Pour procéder à l'échantillonnage des parasites, ils utilisent un coton-tige (Q-tip) qu'ils frottent doucement sur l'abdomen du papillon de manière à recueillir les spores des parasites. Ces cotons-tiges sont ensuite retournés dans des enveloppes-réponses à l'University of Georgia, où les scientifiques du projet *MonarchHealth* analyseront les échantillons au microscope, communiqueront aux bénévoles les résultats de leurs efforts d'échantillonnage et afficheront ces résultats sur le site Web du projet.

Site Web

MonarchHealth : http://www.monarchparasites.org/

Statistiques biologiques du monarque

Contexte et objectifs

On peut en apprendre beaucoup en comparant l'apparence et le comportement des monarques à différents endroits et à différents moments. Sachant que les ailes du monarque s'endommagent et s'usent au fil du temps, on peut donc comparer l'âge relatif des individus. Si on aperçoit un grand nombre de papillons, mais qu'aucun d'entre eux ne pond d'œufs, on peut supposer qu'il s'agit d'un groupe de mâles, d'individus trop jeunes pour pondre ou d'individus qui sont tous en diapause. Les scientifiques peuvent s'appuyer sur de telles observations pour en apprendre davantage sur les divers aspects de la biologie du monarque, y compris les comportements de migration et de reproduction.

Il n'existe aucun programme officiel de surveillance visant à recueillir des données relatives aux caractéristiques physiques et comportementales du monarque. Le *Monarch Lab* (laboratoire du monarque) de l'University of Minnesota a toutefois établi un protocole normalisé qui est présenté sur son site Web. Toutes les données recueillies peuvent y être envoyées aux fins d'analyse.

Les chercheurs s'appuient sur l'apparence physique du monarque pour comprendre les habitudes migratoires et les comportements reproducteurs au sein des colonies hivernantes. Cockrell et col. (1993) ont en effet comparé l'état des ailes des premiers monarques qui atteignent l'est des États-Unis au printemps. Presque tous les individus qu'ils ont observés au sud du 36e parallèle avaient des ailes très usées, ce qui porte à conclure qu'ils étaient très vieux. Sur la base de cette observation et d'autres données relatives au synchronisme de l'apparence des monarques, ils ont conclu que ces individus faisaient partie de la génération hivernante. Par ailleurs, la presque totalité des premiers individus observés au nord du 36e parallèle affichaient une bonne condition physique, ce qui porte à croire qu'il s'agissait de jeunes individus. Cockrell et col. (1993) ont d'ailleurs conclu que ces monarques étaient les petits de la génération hivernante.

Oberhauser et Frey (1999), de même que Van Hook (1993), ont comparé l'état des mâles qui se reproduisaient au sein des colonies hivernantes à celui des individus qui se reposaient dans les arbres. Ils ont ainsi découvert que les mâles reproducteurs présentaient un poids plus faible et des ailes plus petites et plus endommagées et qu'ils étaient plus susceptibles d'être atteints d'une maladie protozoaire que les mâles au repos. Les chercheurs ont donc conclu que l'état des mâles reproducteurs était si mauvais qu'il était peu probable que ces individus survivent à la migration printanière et qu'ils s'accouplaient tôt dans l'espoir de transmettre leurs gênes à la génération suivante.

Chez les individus migrants capturés au Minnesota et au Wisconsin en août et au début de septembre, la longueur des ailes était supérieure à celle des monarques observés au Texas pendant les mois de septembre et d'octobre (Borland et col., 2004). La comparaison du poids de ces individus révèle en outre que les monarques du Texas sont plus lourds que les autres. Bon nombre d'hypothèses relatives à de tels constats peuvent être mises à l'épreuve de façon expérimentale : les individus dotés d'ailes plus longues sont peut-être capables de voler plus vite et arrivent ainsi plus tôt au Texas, ou les individus qui se développent plus rapidement consomment peut-être de l'asclépiade de meilleure qualité et deviennent ainsi plus gros. Les écarts de poids constatés confirment l'importance des sources de nectar durant la migration des monarques.

Protocole

Plusieurs « statistiques biologiques » fournissent d'importants renseignements à propos du monarque, notamment en ce qui concerne le sexe, le poids, la longueur et l'état des ailes ainsi que le comportement.

Sexe : Il est facile de distinguer les monarques mâles des femelles. Le mâle présente, sur une des nervures de chaque aile postérieure, une tache noire qu'on ne retrouve pas chez la femelle. L'extrémité de l'abdomen est de forme différente selon le sexe, et la femelle est souvent plus foncée que le mâle et ses ailes présentent des nervures plus épaisses.

Poids : Bien que le poids d'un adulte néonate soit déterminé par ses conditions de vie au stade de larve ou de pupe, le poids des individus âgés peut changer en une seule journée, selon les activités de vol, d'alimentation et de reproduction auxquelles ils se livrent. Le poids évolue également au cours de la vie adulte, à mesure que les individus épuisent les réserves de lipides qu'ils ont accumulées au stade de larve. Le poids d'un individu peut donc nous renseigner sur les événements de sa vie adulte. Une balance précise à 0,01 gramme (g) près, ou préférablement à 0,001 g près, doit être utilisée pour peser les monarques adultes. Les chercheurs utilisent des enveloppes de papier cristal qu'ils se procurent auprès des entreprises de fournitures de biologie pour maintenir les individus en place pendant la pesée. On peut également utiliser une feuille de papier pliée en guise d'enveloppe. On doit d'abord peser (tarer) l'enveloppe vide, puis le papillon et l'enveloppe ensemble, pour ensuite déterminer le poids du papillon par soustraction. Les monarques adultes pèsent en moyenne près de 500 mg, soit 0,5 g.

Longueur des ailes : La longueur des ailes est une donnée intéressante parce qu'elle demeure toujours telle qu'elle était au moment où le papillon a émergé de la chrysalide, et peut ainsi être déterminée à partir de la taille de la larve lorsqu'elle se transforme en pupe. La longueur des ailes permet donc de savoir si l'alimentation du monarque a été suffisante au stade larvaire. On doit mesurer la longueur des ailes antérieures de leur point de fixation au thorax jusqu'à leur extrémité, ou pointe. Un calibre constitue l'outil le plus précis pour ce faire, mais on peut également utiliser une petite règle transparente graduée en millimètres (mm). Les ailes antérieures du monarque ont une longueur moyenne d'environ 50 mm.

Bonne façon de mesurer l'aile antérieure. Sur la photo, mesure au moyen d'un calibre, prise du point de fixation de l'aile au thorax jusqu'à la pointe, ou apex.

Exemple d'évaluation de l'état des ailes. On remarque des taches d'écailles perdues sur les ailes du papillon. La cote 3 est attribuée à l'état des ailes, sur une échelle de 5.

État des ailes : Tous les lépidoptères perdent des écailles au fil de leur vie, et si on touche les ailes d'un grand nombre de papillons, on constatera qu'une fine couche d'écailles s'est accumulée sur les doigts. Bien que les monarques ne perdent pas beaucoup d'écailles au toucher, ils en perdent en cours de vol ou lorsqu'ils tentent de s'accoupler ou qu'ils se frottent contre des végétaux. On peut ainsi estimer grossièrement l'âge d'un individu en observant la quantité d'écailles perdues. On évalue habituellement l'état des ailes au moyen d'une échelle de 1 à 5 : la cote 1 est attribuée aux individus néonates (dont les ailes sont en parfait état); la cote 2, aux individus dont les ailes sont en très bon état (peu d'écailles perdues); la cote 3, aux individus dont les ailes présentent quelques taches d'écailles perdues (légère détérioration); la cote 4, aux individus dont les ailes présentent de grandes taches d'écailles perdues (les ailes semblent très endommagées en comparaison de celles des nouveaux individus); et la cote 5, aux individus qui ont perdu plus du tiers de leurs écailles (les ailes présentent des taches transparentes).

Comportement : Les comportements du monarque peuvent en révéler beaucoup sur son état. Par exemple, les individus qui volent en ligne droite sont probablement en cours de migration. Il peut également être pertinent d'observer d'autres comportements tels que l'alimentation, la ponte, l'accouplement, le repos en groupe dans les arbres, le vol non directionnel et la chasse d'autres papillons. Pour en savoir plus sur la mesure des directions de vol, consultez la section relative aux vecteurs de vol présentée précédemment. Recueillir de tels renseignements à différents endroits et à différents moments permet d'en apprendre beaucoup à propos des cycles annuels de migration du monarque.

Site Web

Monarch Lab, University of Minnesota : http://www.monarchlab.org

9 REMERCIEMENTS

La CCE tient à souligner la contribution de Karen Oberhauser, de l'University of Minnesota et du *Monarch Butterfly Sanctuary Foundation* (Fondation du Sanctuaire du monarque), à titre de principale auteure et directrice de la rédaction du présent guide de surveillance, ainsi que l'apport de Rebecca Batalden, de l'University of Minnesota, et d'Elizabeth Howard, du programme *Journey North*. Nous aimerions également remercier toutes les personnes et organismes qui ont créé, appuyé et maintenu les nombreux programmes de surveillance du monarque décrits dans le présent document. Sans leurs efforts, la plupart des connaissances relatives au monarque accumulées à ce jour constitueraient encore un mystère. Nous tenons en outre à remercier Andy Davis, dont le dur labeur a permis de rendre les résultats de bon nombre de ces programmes facilement accessibles à un vaste auditoire. Enfin, la CCE aimerait exprimer sa gratitude envers les organismes suivants, en ordre alphabétique : le *United States Department of the Interior* (département de l'Intérieur des États-Unis), le *United States Forest Service* (Service des forêts des États-Unis) et l'University of Minnesota.

10 GLOSSAIRE

Abdomen : extrémité allongée du corps d'un insecte, derrière le thorax.

Abiotique : se dit des éléments non vivants de l'environnement d'un organisme (conditions météorologiques, température, rochers, etc.).

Aposématique : se dit d'une coloration qui informe les prédateurs du goût déplaisant d'une proie.

Asclepias : genre végétal comprenant l'asclépiade, la plante hôte des larves du monarque, qui se nourrit de nombreuses plantes appartenant au genre *Asclepias*.

Biotique : se dit des éléments vivants de l'environnement d'un organisme (végétaux, animaux, micro-organismes, etc.).

Cardenolides : famille de substances toxiques qui compromettent sérieusement les fonctions cardiaques des vertébrés. Ces substances sont apparentées à la digitale, une substance chimique extraite de la digitale pourpre et utilisée en médecine pour traiter les affections cardiaques, mais qui peut se révéler toxique à fortes doses. L'asclépiade produit de telles substances chimiques pour se protéger des organismes dont elle représente la source de nourriture.

Chorion : coquille extérieure dure des œufs d'insectes. En général, le chorion est la membrane externe qui enveloppe l'embryon en développement. Chez les reptiles, cette enveloppe se situe tout juste à l'intérieur de la coquille. Chez les mammifères, elle correspond au placenta.

Diapause : période de dormance entre deux périodes d'activité.

Éclosion : processus qui permet d'émerger de la pupe.

Exosquelette : squelette rigide qui recouvre l'extérieur du corps d'un invertébré (contrairement au squelette interne des vertébrés) afin de le protéger et auquel les muscles se rattachent.

Filaments : proéminences noires et charnues qui se trouvent aux deux extrémités des larves de monarque et qui tiennent lieu d'organes sensoriels. Les filaments sont également appelés « tentacules ».

Vecteur de vol : direction de vol d'un organisme qui suit une trajectoire relativement droite.

Sciure : déchet solide produit par un insecte.

Instar : période s'étendant entre deux stades de croissance larvaire. Les larves de monarque traversent cinq stades de croissance.

Larve : deuxième stade de métamorphose, qui fait suite au stade d'œuf. Dans le cas des papillons, la larve est également appelée « chenille ».

Lipide : composé organique insoluble dans l'eau qui permet aux organismes de stocker de l'énergie. Les matières grasses constituent des lipides.

Mandibule : puissantes « mâchoires » situées sur la tête de la larve.

Morphologique : qui a trait aux caractéristiques physiques d'un organisme.

Oviposition : processus de la ponte.

Oyamel : essence de sapin endémique des montagnes du centre du Mexique. On trouve actuellement des oyamels au sommet des montagnes, à des altitudes allant de 2400 à 3600 mètres.

Parasite : organisme qui vit sur un hôte ou à l'intérieur du corps de celui-ci et qui dépend de cet hôte pour obtenir les éléments nutritifs et les ressources nécessaires à son cycle de vie. De façon générale, les parasites sont plus petits que leurs hôtes (p. ex., ténias vivant à l'intérieur des intestins des animaux) et ne les tuent pas directement, bien qu'ils les affaiblissent et les rendent plus vulnérables à la maladie ou à la prédation.

Parasitoïde : insecte qui dépose ses œufs sur un insecte d'une autre espèce (qu'on appelle « hôte ») ou à l'intérieur du corps de celui-ci. Une fois les œufs éclos, les petits dévorent l'hôte de l'intérieur, ce qui finit par le tuer.

Phénologie : science qui étudie les changements saisonniers et leurs effets sur la nature.

Phénophase : phase de croissance des végétaux qui se répète chaque année, telle que la floraison et le bourgeonnement.

Trompe : tube d'alimentation qui permet d'aspirer du nectar et d'autres sources de nourriture. Dans le cas du monarque, cette trompe s'enroule sous la tête lorsqu'elle n'est pas utilisée.

Protozoaire : organisme unicellulaire appartenant au règne *Protista*.

Pupe : troisième stade de métamorphose, qui fait suite au stade larvaire.

Pupaison : transformation d'une larve en pupe.

Recrutement : accroissement d'une population due à la reproduction.

Sénescent : vieillissant.

Spermatophore : sac que le mâle sécrète durant l'accouplement et qui contient des spermatozoïdes et d'autres substances, notamment des protéines.

Aire d'arrêt : aires où les oiseaux et les papillons s'arrêtent au cours de leur migration pour se reposer et refaire leurs réserves d'énergie.

Tarse : avant-dernière section des pattes d'un insecte (analogue aux orteils humains). Les papillons se tiennent et marchent sur leurs tarses.

Thorax : section centrale du corps d'un insecte à laquelle les ailes (le cas échéant) et les pattes se rattachent.

Transect : ligne ou bande étroite qui constitue, dans le cadre d'enquêtes écologiques, un moyen de mesurer la répartition des organismes.

Impalatable : qui a un goût extrêmement désagréable.

Relèvement de fuite : direction de vol suivie par un organisme, telle que mesurée du point d'observation au-dessus duquel l'organisme est en vol, jusqu'au point de l'horizon au-dessus duquel il disparaît, ou fuit.

11 RÉFÉRENCES

Altizer, S. M. 2001. « Migratory behaviour and host-parasite co-evolution in natural populations of monarch butterflies infected with a protozoan parasite ». *Evol. Ecol. Res.*, 3 : 611-32.

Altizer, S. M., K. S. Oberhauser, et L. P. Brower. 1999. « Host migration and the prevalence of the protozoan parasite, *Ophryocystis elektroscirrha*, in natural populations of adult monarch butterflies ». Dans Hoth, J., L. Merino, K. Oberhauser, I. Pisanty, S. Price, et T. Wilkinson (dir.), 1997 *North American Conference on the Monarch Butterfly*, p. 165–176, Montréal, Commission de coopération environnementale, http://www.cec.org/files/PDF/BIODIVERSITY/Monarchs.pdf.

Anderson, J. B., et L. P. Brower. 1996. « Freeze-protection of overwintering monarch butterflies in Mexico: Critical role of the forest as a blanket and an umbrella ». *Ecol. Entom.*, 21 : 107-116.

Batalden, R. 2006. « Possible changes in monarch fall migration detected in Texas ». *Monarch Larva Monitoring Project Newsletter*, 7 : 3.

Batalden, R. V., K. S. Oberhauser, et A. T. Peterson. 2007. « Ecological niches in sequential generations of eastern North American monarch butterflies: The ecology of migration and likely climate change implications ». *Ecol. Entomol.*, 36 : 1365-1373.

Boggs, C. L., et L. Gilbert. 1979. « Male contribution to egg production in butterflies: Evidence for transfer of nutrients at mating ». *Science*, 206 : 83-84.

Borkin, S. S. 1982. « Notes on shifting distribution patterns and survival of immature *Danaus plexippus (Lepidoptera: Danaidae)* on the food plant *Asclepias syriaca* ». *Great Lakes Entomol.*, 15 : 199-206.

Borland, J., C. C. Johnson, T. W. Crumpton III, M. Thomas, S. M. Altizer, et K.S. Oberhauser. 2004. « Characteristics of fall migratory monarch butterflies, *Danaus plexippus*, in Minnesota and Texas ». Dans Oberhauser, K. S., et M. J. Solensky (dir.), *Monarch Butterfly Biology and Conservation*, p. 97–104, Ithaca (New York), Cornell University Press.

Brower, L. P. 1985. « New perspectives on the migration biology of the monarch butterfly, *Danaus plexippus* L. ». Dans Rankin, M. A. (dir.), « Migration: Mechanisms and adaptive significance ». *Contributions in Marine Science*, vol. 27 (suppl.), p. 748–85, Port Aransas (Texas), Marine Science Institute, University of Texas at Austin.

Brower, L. P. 1995. « Understanding and misunderstanding the migration of the monarch butterfly (*Nymphalidae*) in North America: 1857–1995 ». *J. Lepid. Soc.*, 49 : 304-85.

Brower, L. P., G. Castilleja, A. Peralta, J. Lopez-Garcia, L. Bojorquez-Tapia, S. Diaz, D. Melgarejo, et M. Missrie. 2002. « Quantitative changes in forest quality in a principal overwintering area of the monarch butterfly in Mexico, 1971–1999 ». *Cons. Biol.*, 15 : 346-359.

Brower, L. P., et R. M. Pyle. 2004. « The interchange of migratory monarchs between Mexico and the western United States, and the importance of floral corridors to the fall and spring migrations ». Dans Nabhan, G. P. (dir.), *Conserving migratory pollinators and nectar corridors in western North America*, p. 144–166, Tuscon (Arizona), University of Arizona Press.

Calvert, W. H. 1999. « Patterns in the spatial and temporal use of Texas milkweeds (*Asclepiadaceae*) by the monarch butterfly (*Danaus plexippus* L.) during fall, 1996 ». J. Lepid. Soc., 53 : 37-44.

Calvert, W. H. 2001. « Monarch butterfly (*Danaus plexippus* L., *Nymphalidae*) fall migration: Flight behavior and direction in relation to celestial and physiographic cues. » *J. Lepid. Soc*., 55 : 162-168.

CEC. 2008. *Plan nord-américain de conservation du monarque*. Montréal, Commission de coopération environnementale, http://www.cec.org/pubs_docs/documents/index.cfm?varlan=ENGLISH&ID=2300.

Cockrell, B. J., S. B. Malcolm, et L. P. Brower. 1993. « Time, temperature and latitudinal constraints on the annual recolonization of eastern North America by the monarch buttery ». Dans Malcolm, S. B., et M. P. Zalucki (dir.), *Biology and conservation of the monarch butterfly*, p. 233–51, Los Angeles, Natural History Museum of Los Angeles County.

Crewe, T. L., J. D. McCracken, et D. Lepage. *Population trend analysis of monarch butterflies using daily counts during fall migration at Long Point, Ontario, Canada* (1995–2006). United States Fish and Wildlife Service, juillet 2007.

Davis, A. K., et M. S. Garland. 2004. « Stopover ecology of monarchs in Coastal Virginia: Using ornithological techniques to study monarch migration ». Dans Oberhauser, K. S., et M. J. Solensky (dir.), *The monarch butterfly: Biology and conservation*, p. 89–96, Ithaca (New York), Cornell University Press.

Droege, S. 2007. *Just because you paid them doesn't mean their data are better*. Travaux, Citizen Science Toolkit Conference, Cornell Laboratory of Ornithology, www.birds.cornell.edu/citscitoolkit/conference/proceeding-pdfs/. Consulté le 15 janvier 2008.

Frey, D. F., S. L. Hamilton, et J. W. Scott. 2003. *Andrew Molera State Park Cooper Grove Management Plan*. Préparé pour le California Department of Parks and Recreation, Monterey (Californie).

Frey D. F., S. L. Hamilton, S. Stevens, J. W. Scott, et J. Griffiths. 2003. *Monarch butterfly population dynamics in Western North America—Emphasis on Monterey and San Luis Obispo Counties*. Rapport 2002–2003 présenté à Helen Johnson.

Frey, D. F., et A. Schaffer. 2004. « Spatial and temporal patterns of monarch overwintering abundance in Western North America ». Dans Oberhauser, K. S., et M. J. Solensky (dir.), *Monarch butterfly biology and conservation*, p. 167–176, Ithaca (New York), Cornell University Press.

García-Serrano, E., J. Lobato Reyes, et B. Xiomara Mora Alvarez. 2004. « Locations and area occupied by monarch butterflies overwintering in Mexico from 1993-2002 ». Dans Oberhauser, K. S., et M. J. Solensky (dir.), *Monarch butterfly biology and conservation*, p. 129-134, Ithaca (Neew York), Cornell University Press.

Garland, M. S., et A. K. Davis. 2002. « An examination of monarch butterfly (*Danaus plexippus*) autumn migration in coastal Virginia ». *Amer. Midl. Natur.*, 147 : 170-174.

Gibbs, D., R. Walton, L. P. Brower, et A. K. Davis. « Monarch butterfly (*Lepidoptera: Nymphalidae*) migration monitoring at Chincoteague, Virginia and Cape May, New Jersey: A comparison of long-term trends ». *J. Kans. Entomol. Soc.*, 79 : 156-164.

Gibo, D. L., et J. A. McCurdy. 1993. « Lipid accumulation by migrating monarch butterflies (*Danaus plexippus* L.) ». *Can. J. Zool.*, 71 : 76-82.

Goehring, L., et K. S. Oberhauser. 2002. « Effects of photoperiod, temperature, and host plant age on induction of reproductive diapause and development time in *Danaus plexippus* ». *Ecol. Entomol.*, 27 : 674-685.

Griffiths, J. L. 2006. *Micro-climate parameters associated with three overwintering monarch butterfly habitats in central California: A four-year study*. Rapport technique no 37 de la Ventana Wildlife Society présenté au California Department of Parks and Recreation, Big Sur (Californie).

Howard, E., et A. K. Davis. 2004. « Documenting the spring movements of monarch butterflies with Journey North, a citizen science program ». Dans Oberhauser, K. S., et M. J. Solensky (dir.), *Monarch butterfly biology and conservation*, p. 105–116, Ithaca (New York), Cornell University Press.

Knight, A. L., L. P. Brower, et E. H. Williams. 1999. « Spring remigration of the monarch butterfly, *Danaus plexippus (Lepidoptera: Nymphalidae)* in north-central Florida: Estimating population parameters using mark-recapture ». *Biol. J. Linnean Soc.*, 68 : 531-556.

Leong, K. L. 1990. « Microenvironmental factors associated with winter habitat of monarch butterfly (Lepidoptera: Danaidae) in central California ». Ann. Entomol. Soc. Am., 83 : 906-910.

Leong, K., D. Frey, G. Brenner, S. Baker, et D. Fox. 1991. « Use of multivariate analyses to characterize the monarch butterfly (*Lepidoptera: Danaidae*) winter habitat ». *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 84 : 263-267.

Leong, K. L. H., W. H. Sakai, W. Bremer, D. Feuerstein, et G. Yoshimura. 2004. « Analysis of the pattern of distribution and abundance of monarch overwintering sites along the California coastline ». Dans Oberhauser, K. S., et M. J. Solensky (dir.), *Monarch butterfly biology and conservation*, p. 177–182, Ithaca (New York), Cornell University Press.

Lynch, S. P., et R. A. Martin. 1993. « Milkweed host plant utilization and cardenolide sequestration by monarch butterflies in Louisiana and Texas ». Dans Malcom, S. B., et M. P. Zalucki (dir.), *Biology and conservation of the monarch butterfly*, p. 107–123, Los Angeles, publications du Los Angeles County Museum of Natural History.

Malcolm, S. B., B. J. Cockrell, et L. P. Brower. 1987. « Monarch butterfly voltinism: Effects of temperature constraints at different latitudes ». *Oikos*, 49 : 77-82.

Meitner, C. J., L. P. Brower, et A. K. Davis. 2004. « Migration patterns and environmental effects on stopover of monarch butterflies (*Lepidoptera: Nymphalidae*) at Peninsula Point, Michigan ». *Enviro. Entomol.*, 33 : 249-256.

Monarch Larva Monitoring Project. http://www.mlmp.org. Site Web consulté en novembre 2007.

Monarch Watch. http://www.monarchwatch.org. Site Web consulté en novembre 2007.

North American Butterfly Association. http://www.naba.org. Site Web consulté en novembre 2007.

Oberhauser, K. S. 1997. « Fecundity, lifespan and egg mass in butterflies: Effects of male-derived nutrients and female size ». *Ecol. Entomol.*, 11 : 166-175.

Oberhauser, K. S. 2004. « Modeling the distribution and abundance of monarch butterflies ». Dans Oberhauser, K. S., et M. J. Solensky (dir.), *Monarch butterfly biology and conservation*, p. 199–202, Ithaca (New York), Cornell University Press.

Oberhauser, K. S., et D. Frey. 1999. « Coerced mating in monarch butterflies ». Dans Hoth, J., L. Merino, K. Oberhauser, I. Pisanty, S. Price, et T. Wilkinson (dir.), 1997 *North American Conference on the Monarch Butterfly*, p. 79–87, Montréal, Commission de coopération environnementale, http://www.cec.org/files/PDF/BIODIVERSITY/Monarchs.pdf.

Oberhauser, K. S., I. Gebhard, C. Cameron, et S. Oberhauser. 2007. « Parasitism of monarch butterflies (*Danaus plexippus*) by *Lespesia archippivora (Diptera: Tachinidae)* ». *Amer. Midl. Natur.*, 157 : 312-328.

Oberhauser, K. S., et R. Hampton. 1995. « The relationship between mating and oogenesis in monarch butterflies (*Lepidoptera: Danainae*) ». *J. Ins. Behav.*, 8 : 701-713.

Oberhauser, K. S., et A. T. Peterson. 2003. « Modeling current and future potential wintering distributions of Eastern North American monarch butterflies ». *Proc. Nat. Acad. Sci.*, 100 : 14063-14068.

Oberhauser, K. S., et M. D. Prysby. 2008. « Citizen science: Creating a research army for conservation ». *Amer. Entomol.*, en cours d'examen.

Oberhauser, K. S., M. D. Prysby, H. R. Mattila, D. E. Stanley-Horn, M. K. Sears, G. Dively, E. Olson, J. M. Pleasants, F. Lam Wai-Ki, et R.L. Hellmich. 2001. « Temporal and spatial overlap between monarch larvae and corn pollen ». *Proc. Nat. Acad. Sci.*, 98 : 11913-18.

Perez, S. M., et O. R. Taylor. 2004. « Monarch butterflies' migratory behavior persists despite changes in environmental conditions ». Dans Oberhauser, K. S., et M. J. Solensky (dir.), *Monarch butterfly biology and conservation*, p. 85–88, Ithaca (New York), Cornell University Press.

Pollard, E. 1977. « A method for assessing changes in the abundance of butterflies ». *Biol. Conserv.*, 12 : 115-134.

Pollard, E. 1991. « Monitoring butterfly numbers ». Dans Goldsmith, B. (dir.), *Monitoring for conservation and ecology*, New York (New York), Chapman and Hall, Inc., 288 p.

Pollard, E., et T. J. Yates. 1993. *Monitoring butterflies for ecology and conservation*. New York (New York), Chapman and Hall, Inc., 274 p.

Project MonarchHealth. www.monarchparasites.org. Site Web consulté en novembre 2007.

Prysby, M. D. 2004. « Enemies and survival of monarch eggs and larvae ». Dans Oberhauser, K. S., et M. J. Solensky (dir.), *Monarch butterfly biology and conservation*, p. 27–28, Ithaca (New York), Cornell University Press.

Prysby, M. D., et K. S. Oberhauser. 1999. « Large-scale monitoring of larval monarch populations and milkweed habitat in North America ». Dans Hoth, J., L. Merino, K. Oberhauser, I. Pisanty, S. Price, et T. Wilkinson (dir.), 1997 *North American Conference on the Monarch Butterfly*, p. 379–383, Montréal, Commission de coopération environnementale, http://www.cec.org/files/PDF/BIODIVERSITY/Monarchs.pdf.

Prysby, M. D., et K. S. Oberhauser. 2004. « Temporal and geographic variation in monarch densities: Citizen scientists document monarch population patterns ». Dans Oberhauser, K. S., et M. J. Solensky (dir.), *Monarch butterfly biology and conservation*, p. 9–20, Ithaca (New York), Cornell University Press.

Pyle, R. M. 2000. *Chasing monarchs: Migrating with the butterflies of passage*. Boston, Houghton Mifflin.

Rendón, E., et C. Galindo Leal. 2005. *Reporte Preliminar del Monitoreo de las Colonias de Hibernación de la Mariposa Monarca*. Rapport de la section mexicaine du FMN (WWF-México), México D. F., 9 p. Voir : www.wwf.org.mx.

Rendón, E., G. Ramírez, J. Pérez, et C. Galindo-Leal (dir.). 2007. *Memorias del Tercer Foro Mariposa Monarca*. 2006, Mexique, 88 p.

Rendón Salinas, E., A. Valera Bermejo, M. Cruz Piña, S. Rodríguez Mejía, et C. Galindo-Leal. 2006a. *Monitoreo de las Colonias de Hibernación de Mariposa Monarca: Superficie Forestal de Ocupacón en Diciembre de 2005*. Rapport de la section mexicaine du FMN (WWF-México), México D. F., 9 p. http// : www.wwf.org.mx.

Rendón-Salinas, E., A. Valera Bermejo, Ramírez-Galindo, J. Pérez-Ojeda, et C. Galindo-Leal (dir.). 2006b. ***Memorias Segundo Foro Regional Mariposa Monarca***. México D. F., 102 p.

Rogg, K. A., O. R. Taylor, et D. L.Gibo. 1999. « Mark and recapture during the monarch migration: A preliminary analysis ». Dans Hoth, J., L. Merino, K. Oberhauser, I. Pisanty, S. Price, et T. Wilkinson (dir.), 1997 *North American Conference on the Monarch Butterfly*, p. 133–138, Montréal, Commission de coopération environnementale, http://www.cec.org/files/PDF/BIODIVERSITY/Monarchs.pdf.

Swengel, A. B. 1990. « Monitoring butterfly populations using the Fourth of July Butterfly Count ». *Amer. Midl. Natur.*, 124 : 395-406.

Swengel, A. B. 1995. « Population fluctuations of the monarch butterfly (*Danaus plexippus*) in the 4th of July Butterfly Count 1977–1994 ». *Amer. Midl. Natur.*, 134 : 205-214.

Swengel, A. B. 2006. « NABA Butterfly Count, Column 1: Subregions of eastern monarchs ». *Amer. Butterflies*, automne/hiver 2006, p. 54.

Urquhart, F. A. 1976. « Found at last: The monarch's winter home ». *Nat. Geog.*, 150 : 161-73.

Urquhart, F. A. 1987. *The monarch butterfly: International traveler*. Chicago, Nelson-Hall.

Urquhart, F. A., et N. R. Urquhart. 1977. « Overwintering areas and migratory routes of the monarch butterfly (*Danaus p. plexippus*, Lepidoptera: Danaidae) in North America, with special reference to the western population ». *Can. Entomol.*, 109 : 1583-89.

Urquhart, F. A., et N. R. Urquhart. 1978. « Autumnal migration routes of the eastern population of the monarch butterfly (*Danaus p. plexippus L.; Danaidae: Lepidoptera*) in North America to the overwintering site in the Neovolcanic Plateau of Mexico ». *Can. J. Zool.*, 56 : 1759-64.

Van Hook, T. 1993. « Non-random mating in monarch butterflies overwintering in Mexico ». Dans Malcolm, S. B., et M. P. Zalucki (dir.), *Biology and conservation of the monarch butterfly*, p. 49–60, Natural History Museum of Los Angeles County, Los Angeles.

Ventana Wildlife Society. http://www.ventanaws.org/conservation/monarchs.htm. Site Web consulté en mars 2008.

Walton, R. K., et L. P. Brower. 1996. « Monitoring the fall migration of the monarch butterfly *Danaus plexippus* L. (*Nymphalidae: Danaidae*) in eastern North America: 1991–1994 ». *J. Lepid. Soc.*, 50 : 1-10.

Walton, R. K., L. P. Brower, et A. K. Davis. 2005. « Long-term monitoring and fall migration patterns of the monarch butterfly in Cape May, New Jersey ». *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 98 : 682-689.

Woodson, R. E. 1954. « The North American species of *Asclepias* ». *Ann. Miss. Botan. Gardens*.

York, H., et K. S. Oberhauser. 2002. « Effects of temperature stress on monarch (*Danaus plexippus* L.) development ». *J. Kans. Entomol. Soc.*, 75 : 290-298.

Zalucki, M. P. 1982. « Temperature and rate of development in *Danaus plexippus* L. and *D. chrysippus* L. (*Lepidoptera: Nymphalidae*) ». *J. Austral. Entomol. Soc.*, 21 : 241-46.

Zalucki, M. P., L. P. Brower, et A. Alonso. 2001. « Detrimental effects of latex and cardiac glycosides on survival and growth of first-instar monarch butterfly larvae *Danaus plexippus* feeding on the sandhill milkweed *Asclepias humistrata*. » *Ecol. Entomol.*, 26 : 212-224.

Zalucki, M. P., et A. R. Clarke. 2004. « Monarchs across the Pacific: the Columbus hypothesis revisited ». *Biol. J. Linnean Soc.*, 82 : 111-121.

Zalucki, M. P., et R. L. Kitching. 1982. « Temporal and spatial variation of mortality in field populations of *Danaus plexippus* L. and *D. chrysippus* L. larvae (*Lepidoptera: Nymphalidae*) ». *Oecologia*, 53 : 201-207.

Zalucki, M., et W. Rochester. 1999. « Estimating the effect of climate on the distribution and abundance of *Danaus plexippus*: A tale of two continents ». Dans Hoth, J., L. Merino, K. Oberhauser, I. Pisanty, S. Price, et T. Wilkinson (dir.), 1997 *North American Conference on the Monarch Butterfly*, p. 151–163, Montréal, Commission de coopération environnementale, http://www.cec.org/files/PDF/BIODIVERSITY/Monarchs.pdf.

Zalucki, M., et W. Rochester. 2004. « Spatial and temporal population dynamics of monarchs down-under: Lessons for North America ». Dans Oberhauser, K. S., et M. J. Solensky (dir.), *Monarch butterfly biology and conservation*, p. 219–228. Ithaca (New York), Cornell University Press.

Photos

p. 7 Michelle Solensky /
p. 8 Mary Holland / Karen Oberhauser / Karen Oberhauser /
p. 9 Monarch Larva Monitoring Project / Jim Gallion
p. 9 1 Barbara Powers – 2 Karen Oberhauser
3 Bruce Leventhal – 4 Bruce Leventhal
p. 12 Reba Batalden
p. 17 Karen Oberhauser
p. 19 (a) Carol Cullar (b) Karen Oberhauser (c) Jeff McMillian (d) Avec la permission de Almost Eden
p. 24 Sherry Skipper Spurgeon
p. 31 US National Park Service
pp. 36-37 Avec la permission de la Ventana Wilderness Society
p. 40 (En haut) Janet Ekstrum; (en bas) Monarch Watch 2007
p. 44 Carol Cullars
p. 51 Avec la permission de **Monarchs in the Classroom**
p. 52 Karen Oberhauser

Impreso en Canadá en papel Rolland Enviro 100 compuesto en su totalidad con fibras recicladas poscunsumo, procesadas sin cloro, y fabricado con energía a base de biogás. Este papel reciclado cuenta con certificación de EcoLogo y el Consejo de Manejo Forestal (FSC, por sus siglas en inglés).

Printed in Canada on Rolland Enviro100 paper containing 100% post-consumer fiber and produced using biogas energy. This paper is certified EcoLogo, Processed Chlorine Free and FSC recycled.

Imprimé au Canada sur du papier Rolland Enviro100 contenant 100% de fibres postconsommation et fabriqué à partir d'énergie biogaz. Ce papier est certifié Éco-Logo, Procédé sans chlore et FSC Recyclé.

100%

BIOGAS

FSC Recycled
Supporting responsible use of forest resources
www.fsc.org Cert no. SGS-COC-2332

100%

CEC · CCA · CCE