MANUEL DE FORMATION POUR LA GESTION DES INFORMATIONS SANITAIRES SUR LA FAUNE SAUVAGE

Cinquième Cycle

Atelier de formation des Points Focaux Nationaux de l'OIE pour la faune sauvage

ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ ANIMALE
Protéger les animaux, préserver notre avenir

MANUEL DE FORMATION POUR LA GESTION DES INFORMATIONS SANITAIRES SUR LA FAUNE SAUVAGE

Cinquième Cycle

Atelier de formation
à l'attention des Points focaux de l'OIE
pour la faune sauvage

Toutes les publications de l'OIE (Organisation mondiale de la santé animale) sont protégées par le droit d'auteur international. La copie, la reproduction, la traduction, l'adaptation ou la publication d'extraits, dans des journaux, des documents, des ouvrages ou des supports électroniques et tout autre support destiné au public, à des fins d'information, didactiques ou commerciales, requièrent l'obtention préalable d'une autorisation écrite accordée par l'OIE.

Les désignations et dénominations utilisées et la présentation des données figurant dans cette publication ne reflètent aucune prise de position de l'OIE quant au statut légal de quelque pays, territoire, ville ou zone que ce soit, à leurs autorités, aux délimitations de leur territoire ou au tracé de leurs frontières.

Les auteurs sont seuls responsables des opinions exprimées dans les articles signés. La mention de sociétés spécifiques ou de produits enregistrés par des fabricants, qu'ils soient ou non protégés par une marque, ne signifie pas que ceux-ci sont soutenus ou recommandés par l'OIE, de préférence à d'autres de même nature mais qui ne sont pas mentionnés.

Ce manuel a été traduit
grâce au soutien de l'Union européenne

© Copyright OIE, 2018

Organisation Mondiale de la Santé Animale
12, rue de Prony, 75017, Paris, France
Tel. : 33(0) 1 44 15 18 88
Fax : 33(0)1 42 67 09 87
http ://www.oie.int/fr/

Photos de couverture : LeAnn White, USGS National Wildlife Health Center
François Diaz, Organisation Mondiale de la Santé Animale

Table des matières

AVANT-PROPOS **5**

POSSIBILITÉS ET DÉFIS ASSOCIÉS AU PARTAGE DE DONNÉES RELATIVES À LA SANTÉ DE LA FAUNE SAUVAGE **7**

ARGUMENTS EN FAVEUR DU PARTAGE D'INFORMATIONS RELATIVES À LA SANTÉ DE LA FAUNE SAUVAGE 7
DÉFIS ASSOCIÉS AU PARTAGE D'INFORMATIONS RELATIVES À LA SANTÉ DE LA FAUNE SAUVAGE 8
Limites légales, réglementaires et éthiques associées au partage de données *8*
Obstacles administratifs *9*
Obstacles techniques *10*
SURMONTER LES OBSTACLES ASSOCIÉS AU PARTAGE DE DONNÉES RELATIVES À LA SANTÉ DE LA FAUNE SAUVAGE 11
Surmonter les limites légales, réglementaires et éthiques associées au partage de données relatives à la santé de la faune sauvage *11*
Surmonter les obstacles administratifs *12*
Surmonter les obstacles techniques *15*
ÉVALUER LES OBSTACLES ET LES SOLUTIONS SPÉCIFIQUES À UN PAYS EN MATIÈRE DE PARTAGE DE DONNÉES 16

ELÉMENTS CLÉS NÉCESSAIRES POUR CRÉER ET ENTRETENIR DES RÉSEAUX DE PARTENAIRES ET DE PARTIES PRENANTES **19**

INTRODUCTION 19
COMMENT CONSTRUISEZ-VOUS UN RÉSEAU DE PARTENAIRES ? 22
Exercice de cartographie d'un réseau dans le domaine de la santé de la faune sauvage *24*
COMMENT ENTRETENEZ-VOUS UN RÉSEAU DE PARTENAIRES ? 29
LES RÉSEAUX DE PARTENAIRES EN PRATIQUE 31
Exemple de cas 1 – Réseau de partenaires informel (AMBLE) *32*
Exemple de cas 2 - Réseau de partenaires semi-formel (RCSF) *34*
Exemple de cas 3 - Réseau de partenaires formel (WHA) *35*
CONCLUSION 37

RECUEIL ET TRAITEMENT DES INFORMATIONS RELATIVES À LA SANTÉ DE LA FAUNE SAUVAGE **38**

CYCLE DE VIE DE LA GESTION DES DONNÉES 38
PLANIFIER DES DONNÉES RELATIVES À LA SANTÉ DE LA FAUNE SAUVAGE 39
Établir des champs de données primaires *39*
Définir des champs de données primaires *39*
Construire un dictionnaire de données *44*
TRAITER DES DONNÉES RELATIVES À LA SANTÉ DE LA FAUNE SAUVAGE 45
Assurance qualité et contrôle qualité *45*
CONSERVER ET DÉCRIRE DES DONNÉES RELATIVES À LA SANTÉ DE LA FAUNE SAUVAGE 46
Stockage des données relatives à la santé de la faune sauvage *46*
Feuilles de calcul 48
Bases de données 51
Métadonnées 52

DIFFUSION DES DONNÉES **55**

DONNÉES BRUTES 55
AUTRES FORMATS 56
CARTOGRAPHIER DES INFORMATIONS RELATIVES À LA SANTÉ DE LA FAUNE SAUVAGE 57
Installer QGIS *57*
Créer un SIG *59*
Système de coordonnées de référence *62*
Ajouter des couches existantes *68*
Lecture de cartes interactives *84*
Cartographie statistique *100*
Carte de symboles proportionnels 105
Carte choroplèthe 112
Carte de chaleur 122

Créer des mises en page cartographiques *129*
Améliorer la conception des cartes *153*
Transmettre un message avec des cartes *168*
Questions clés 169
Choix des symboles de carte 169
Effets d'agrégation 171
Légendes 173
Choix des couleurs 177
CONCLUSION 191

PLAN DE COMMUNICATION RELATIF AUX FOYERS DE MALADIES DE LA FAUNE SAUVAGE 192

INTRODUCTION 192
ELABORATION D'UN PLAN DE COMMUNICATION 193
COORDINATION INTER-INSTITUTIONS 194
CONCLUSION 194
RESSOURCES 194

AVANT-PROPOS

Centre Collaborateur de l'OIE pour la recherche, le diagnostic et la surveillance des agents pathogènes de la faune sauvage

Ce manuel a été élaboré pour le 5e cycle de formation des Points focaux de l'OIE pour la faune sauvage. Lors des formations associées aux cycles précédents, les Points focaux ont été interrogés afin de déterminer les sujets qui les intéressaient le plus pour les formations à venir. D'après cette enquête, il est ressorti clairement qu'il était nécessaire de proposer une formation portant sur la gestion de l'information relative à la santé de la faune sauvage. En dépit de son importance pratique ce sujet n'est pas bien représenté dans la littérature consacrée à la santé de la faune sauvage, et notre objectif était de contribuer à combler cette lacune grâce au contenu présenté dans ce manuel.

Le manuel est structuré de manière à suivre une progression logique en matière de gestion de l'information relative à la santé de la faune sauvage. Nous commençons par détailler en quoi il est important de partager les informations relatives à la santé de la faune sauvage. Nous examinons les défis couramment associés au partage d'informations et explorons les possibilités permettant de surmonter ces défis. Nous examinons ensuite les principes généraux pour établir un réseau d'information relative à la santé de la faune et proposons des études de cas portant sur des exemples concrets de réseaux réussis. L'objectif est d'étudier qui doit être inclus dans un réseau et comment établir la structure du réseau pour acquérir des informations relatives à la santé de la faune sauvage. Nous discutons ensuite du type de données à recueillir et décrivons certaines des bonnes pratiques en matière de gestion et de traitement des données. Cette section étudie ce qui doit être recueilli et partagé en matière d'informations relatives à la santé de la faune sauvage. Enfin, nous concluons par une discussion sur la diffusion des données, en mettant l'accent sur l'utilisation des systèmes d'information géographique (SIG) comme outil de diffusion de l'information relative à la santé de la faune sauvage. Cette dernière section décrit la façon de partager des informations relatives à la faune sauvage, ce qui constitue généralement l'objectif ultime de la gestion de ces informations.

Notre objectif est que ce manuel offre les bases permettant de développer une compréhension générale de la gestion de l'information relative à la santé de la faune sauvage ; toutefois, ce sujet a une très large portée et l'application des concepts décrits est souvent largement dépendante des conditions, des défis et des structures gouvernementales locaux. Par conséquent, nous présentons les données de manière générale en nous appuyant sur la littérature, l'opinion d'experts et l'expérience personnelle. Tout au long de ce document, nous fournissons des références et des liens électroniques proposant des ressources supplémentaires pour les lecteurs qui souhaitent développer une compréhension plus approfondie des sujets présentés.

La gestion de l'information relative à la santé de la faune sauvage devient un élément de plus en plus important en matière de surveillance et de gestion des maladies de la faune sauvage. Nous espérons que ce manuel aidera les Points focaux à préserver et/ou à améliorer la santé de la faune sauvage dans leurs pays, dans l'intérêt de la santé de la faune sauvage, des animaux domestiques et des humains.

Possibilités et défis associés au partage de données relatives à la santé de la faune sauvage

Arguments en faveur du partage d'informations relatives à la santé de la faune sauvage

La surveillance des agents pathogènes chez les animaux sauvages est un élément essentiel d'un programme national de santé de la faune sauvage. La surveillance est définie comme le recueil, la compilation et l'analyse systématiques et continus des informations relatives à la santé animale, ainsi que leur diffusion en temps voulu à ceux qui ont besoin d'être informés, afin que les mesures nécessaires puissent être mises en œuvre (*Code sanitaire de l'OIE pour les animaux terrestres*). Comme décrit lors des deuxième et quatrième cycles d'ateliers de l'OIE destinés aux Points focaux nationaux de l'OIE pour la faune sauvage, la surveillance est essentielle pour toutes les autres composantes d'un programme (prévention, détection, analyse des risques et gestion). C'est grâce à la surveillance des agents pathogènes de la faune sauvage qu'un pays identifie les agents pathogènes présents dans ses populations d'animaux sauvages et dans quelles zones géographiques et chez quelles espèces hôtes ils sont présents. La surveillance est le principal mécanisme de détection des maladies nouvelles et émergentes et est également utilisée pour mesurer la proportion d'animaux infectés dans une population (prévalence de la maladie dans la population). Toutes ces informations sont nécessaires pour évaluer les risques sanitaires associés aux échanges internationaux ou aux mouvements internes d'animaux sauvages, afin de satisfaire aux obligations internationales en matière de notification des maladies, d'élaborer des mesures de gestion efficaces et de préserver la santé de la faune sauvage.

Rendre les informations nécessaires à la prise de décision et aux actions, accessibles à la ou aux personnes chargées de prendre des mesures fait partie intégrante du concept de surveillance efficace de la santé de la faune sauvage. En effet, la nécessité d'un échange rapide d'informations relatives aux maladies animales a été un des objectifs majeurs de la création de l'Organisation mondiale de la santé animale (OIE) et du déploiement du système mondial d'information zoosanitaire (World Animal Health Information System - WAHIS) de l'OIE, afin de faciliter le transfert entre les Pays membres d'informations relatives aux maladies susceptibles d'influer sur les échanges internationaux (OIE 2018). La transmission à l'OIE d'informations sur les maladies des animaux terrestres et aquatiques à déclaration obligatoire fait partie des obligations officielles des Pays membres de l'OIE. De nombreuses autres maladies affectant la faune sauvage n'ont toutefois pas satisfait aux critères de l'OIE pour être inscrites sur la liste des maladies à déclaration obligatoire. Le Groupe de travail de l'OIE sur les maladies de la faune sauvage a sélectionné 53 de ces maladies infectieuses et non infectieuses à surveiller, en raison de leur importance pour la faune sauvage, pour la préservation de la biodiversité et pour servir d'alerte précoce afin de protéger la santé animale et humaine. La notification de ces maladies est effectuée par les Délégués de l'OIE et les Points focaux désignés, au moyen d'un système de notification complémentaire appelé WAHIS-*Wild*. Bien que la notification des maladies non listées se fasse sur une base volontaire, elle est fortement encouragée car le partage de ces informations via WAHIS-*Wild* améliore la compréhension de la situation sanitaire de la faune sauvage dans le monde entier.

Pour que les informations relatives à la santé de la faune sauvage soient transmises à WAHIS-*Wild*, elles doivent d'abord être recueillies auprès d'individus aux niveaux local, régional et national. L'objectif de cet atelier est de proposer des stratégies pour le recueil, le traitement et le partage d'informations relatives à la santé de la faune sauvage à différentes échelles. Il est nécessaire de trouver des moyens de partager les informations, étant donné qu'au sein d'un pays, aucun organisme ne possède en général à lui seul les ressources ni, dans certains cas, l'autorité, pour effectuer le recueil des données primaires relatives à la santé des animaux sauvages. Comme les données doivent être partagées pour obtenir une large couverture, organismes et particuliers doivent travailler ensemble afin de déterminer quels sont les champs de données essentiels et à quel moment les informations doivent être partagées pour que la prise de décision intervienne en temps voulu. En apprenant à travailler ensemble de cette manière, les

entités peuvent combiner leurs efforts à différentes échelles pour former un réseau collaboratif de surveillance sanitaire mondiale. L'Organisation mondiale de la santé (OMS) et l'OIE partent toutes deux du principe que combiner des ensembles de données sanitaires en s'affranchissant des barrières géographiques est le mécanisme le plus efficace pour détecter les épidémies et suivre l'état et les tendances des maladies chez l'homme et l'animal, dans le monde entier.

La surveillance est valorisée par la mise à disposition efficace d'informations utiles (Hall *et al.* 2012). Des retards dans le partage d'informations peuvent être à l'origine d'une diminution des possibilités d'interventions. Un partage défaillant des informations conduisant à une estimation incomplète de l'ampleur d'un problème sanitaire peut également influer sur l'allocation de ressources et sur les décisions relatives aux priorités de recherche et au contrôle de la maladie. Par conséquent, nous discutons dans les sections suivantes de certains des principaux défis associés au partage des informations relatives à la santé de la faune sauvage ainsi que des solutions potentielles pour surmonter ces défis. La majorité des informations actuellement publiées sur le sujet du partage de données scientifiques porte principalement sur le milieu de l'enseignement. Toutefois, bon nombre des problèmes au cœur de ces exemples concernent le partage de données dans tous les domaines et peuvent s'appliquer au domaine de la santé de la faune sauvage, afin d'améliorer l'échange d'informations au sein et entre les pays. *REMARQUE* : le terme **« gestionnaire de données »** utilisé dans cette section fait référence à quiconque (individu, groupe d'individus ou organisme) disposant de données susceptibles d'être partagées.

Défis associés au partage d'informations relatives à la santé de la faune sauvage

Du point de vue des scientifiques, les données peuvent être plus facilement analysées, utilisées et partagées si elles sont bien organisées, documentées, conservées, vérifiées et accessibles. Le partage des données profite aux individus en augmentant la transparence et les possibilités de collaboration, de découverte et d'innovation scientifiques (van Panhuis *et al*. 2014). Toutefois, le partage de données est associé à de nombreux défis.

> *« Malgré un engagement mondial pour l'utilisation et le partage des données de santé publique, cela peut se révéler difficile dans la réalité. Ni cadre systématique ni lignes directrices opérationnelles mondiales n'ont été élaborés pour le partage des données en santé publique. Même s'ils limitent le partage de données, les obstacles à différents niveaux n'ont fait l'objet que de discussions anecdotiques ou seulement dans le contexte d'études de cas spécifiques »* (van Panhuis *et al*. 2014).

De plus, même si la plupart des scientifiques reconnaissent les avantages du partage d'informations pour la communauté de la santé de la faune sauvage, ils font preuve de retards fréquents lorsqu'il s'agit de partager leurs propres données, si tant est qu'elles soient partagées.

> *« Les chercheurs agissent souvent d'une manière logique pour eux, qui est de ne pas partager de données. Par exemple, ils ne perdent pas un temps de travail précieux pour la recherche à rendre les données partageables et ne prennent pas le risque de se faire devancer en exposant trop tôt des données de grande valeur. Bien que chacun agisse logiquement en fonction de ses propres intérêts, le résultat au niveau collectif est que la quantité de données partagées est largement inférieure à celle que tout le monde estime être optimale »* (Van den Eynden et Bishop 2014).

Limites légales, réglementaires et éthiques associées au partage de données

À moins que la maladie n'ait une importance sanitaire pour l'agriculture ou pour l'homme, il existe souvent peu de règles officielles, de règlements et d'autorités législatives régissant le partage des informations relatives à la santé de la faune sauvage, ce qui fait que la décision de partager repose sur une base volontaire. En Australie par exemple, une obligation légale impose à toute organisation qui suspecte ou diagnostique une maladie à déclaration obligatoire dans la faune sauvage de la notifier immédiatement à une autorité gouvernementale. Wildlife Health Australia (WHA) indique toutefois qu'il

est plus difficile d'obtenir des données précises sur les maladies dont la déclaration n'est pas obligatoire, car nul n'est tenu de les notifier.

Dans certains pays, il existe des restrictions légales qui interdisent de partager certains types d'informations relatives à la santé de la faune sauvage. Ces restrictions sont souvent dues à la crainte que la publication de ces informations puisse avoir des conséquences sur les échanges commerciaux ou d'autres implications économiques. Il peut également exister une certaine réticence à partager des données par crainte que des informations ne soient rendues publiques avant que l'organisme responsable de la gestion de la maladie n'ait eu la possibilité de mettre en place des stratégies d'intervention ou de contrôle biologique. Ceci pourrait entraîner des retards dans les interventions, les organismes détournant leurs ressources (telle que le temps de travail du personnel) pour répondre aux demandes de renseignements du public et de la presse.

Certains gestionnaires de données peuvent être réticents à partager des données car ils craignent de ne pas pouvoir s'assurer qu'elles sont parfaitement comprises par les utilisateurs externes, ce qui peut conduire à un mauvais usage ou à une présentation déformée des données. Par exemple, les données relatives aux événements actuels et passés de maladies de la faune sauvage survenant aux États-Unis d'Amérique sont diffusées publiquement sur l'USGS-National Wildlife Health Center's (NWHC) Wildlife Health Information Sharing Partnership event reporting system (WHISPers) (le système de notification des événements du Partenariat d'échange d'informations relatives à la santé de la faune sauvage du Centre national de santé de la faune sauvage). Bien que ces données puissent être utilisées pour suivre l'état sanitaire et les tendances relatifs aux maladies de la faune sauvage aux États-Unis d'Amérique, elles sont collectées de manière passive et transmises au NWHC sur une base volontaire. L'absence de données enregistrées pour certains Etats peut être liée au fait qu'il y a moins d'événements de maladies dans ces Etats *ou* que ces Etats ne les ont pas déclarés au NWHC (ce qui constitue un biais de notification). Ce détail devient important lorsque les scientifiques tentent de tirer des conclusions qui ne peuvent être étayées par des données. Par exemple, si les données sont utilisées pour suivre la propagation d'un agent pathogène à travers le pays, il peut y avoir un écart important entre deux détections de cet agent, écart qui excède la distance parcourue par les hôtes. Si la personne ou l'organisme qui effectue l'analyse ne comprend pas que cet écart entre les détections est lié à leur notification, elle peut en conclure que le saut dans la transmission doit être dû à une propagation mécanique plutôt qu'à une propagation par les hôtes eux-mêmes.

Les gestionnaires de données peuvent également être peu disposés à partager celles-ci pour des raisons personnelles ou politiques. Ils peuvent craindre que l'importance de leur programme se trouve amoindrie si quelqu'un d'autre a accès aux données de celui-ci (Bernstein et Sweeney 2012). Ils peuvent également redouter qu'une entité mieux financée soit en mesure d'analyser et de publier plus rapidement les données et s'attribue ainsi le mérite de l'idée de recherche qui a conduit au recueil des données. Dans les cas où les informations relatives à la santé de la faune sauvage ne concernent pas la santé agricole ou humaine, les réponses au « quoi », « quand » et « comment » partager sont largement laissées à la discrétion des scientifiques. La crainte des scientifiques que des données soient utilisées sans qu'une reconnaissance appropriée leur soit témoignée, quelle qu'en soit la fréquence, constitue une véritable entrave au partage des données ; le reconnaitre contribuera à s'assurer que le problème est correctement abordé.

Obstacles administratifs

Certains organismes peuvent ne pas être liés par des lois réglementant le partage d'informations relatives à la santé de la faune sauvage, mais peuvent ne pas avoir une culture du partage parce qu'ils craignent que la publication d'une découverte (par exemple la détection d'un agent de l'influenza aviaire hautement pathogène chez les oiseaux sauvages) puisse avoir des conséquences sur les échanges commerciaux. Le manque de conseils en matière de partage et de diffusion des données peut également constituer un obstacle. Dans certains cas, des groupes peuvent ignorer quelles données sont pertinentes pour d'autres, ainsi que le délai durant lequel les données doivent être partagées pour permettre des interventions efficaces en matière de santé de la faune sauvage. Dans d'autres cas, des personnes peuvent être disposées à partager leurs données mais ont besoin de conseils sur le niveau d'information

que leur propre organisation estime acceptable de partager. Ainsi, dans une enquête menée en 2018 par le Réseau canadien pour la santé de la faune (RCSF) auprès de partenaires, des personnes ont exprimé leur désir individuel de partager des informations relatives à la santé de la faune sauvage, mais ont noté que les obstacles principaux empêchant le partage étaient : les politiques des institutions ou des organismes qui décourageaient ce partage, ou le manque de lignes directrices claires indiquant ce qui était permis.

La concurrence pour des ressources limitées peut également être considérée comme une barrière administrative, car les ressources qui sont nécessaires pour traiter, coder et transmettre les données en vue de les partager (Bernstein et Sweeney 2012) peuvent être nécessaires pour d'autres actions prioritaires fixées par des entités gouvernementales locales, nationales ou régionales. Étant donné que les ressources sont souvent plus limitées dans le domaine de la santé de la faune sauvage que dans ceux de la santé agricole ou de la santé publique et qu'elles varient considérablement selon les régions et les pays, le partage de données relatives aux maladies affectant uniquement la faune sauvage n'est pas toujours considéré comme une priorité majeure. Comme indiqué ci-dessous, les données doivent être décrites et traitées de manière minutieuse, afin qu'elles puissent être interprétées correctement par les utilisateurs, ce qui nécessite également d'importantes ressources. La réalisation de ces tâches peut également avoir une incidence sur le délai entre la détection d'une maladie et la publication des données, ce qui, lorsqu'une réponse rapide est nécessaire, diminuera la valeur des informations (Bernstein et Sweeney 2012).

Enfin, l'infrastructure appropriée, telle une base de données centralisée destinée à faciliter le partage des données, peut faire défaut. Dans un système où chaque organisme collecte, interprète et utilise ses propres données, certains points peuvent ne pas être clairs : qui d'autre est intéressé par les données, recueille des données similaires ou complémentaires ou comment ces parties pourraient travailler ensemble pour partager des données d'une manière rapide et économique.

Obstacles techniques

Le plus grand défi technique associé au partage d'informations sanitaires consiste à « trouver des moyens efficaces pour combiner des sources multiples de données et d'informations complexes afin de produire des connaissances utiles et exploitables » (Savel et Foldy 2012). Par exemple, certains partenaires de Wildlife Health Australia ont leurs propres bases de données et peuvent ne pas utiliser le système national de surveillance de la santé de la faune sauvage pour la saisie des données primaires. Par conséquent, l'enregistrement des données dans le système national implique une duplication des tâches, les données devant être saisies dans les deux systèmes.

Les incompatibilités entre des données sont également problématiques et peuvent être causées par des différences de matériel et de logiciel informatiques, de codage, de formatage, de définitions de terminologie, de formats de stockage (Bernstein et Sweeney 2012) ou par des barrières linguistiques. Les obstacles techniques constituent un problème majeur en matière de santé de la faune sauvage car beaucoup des champs de données couramment utilisés ne sont pas standardisés et les procédures de test de diagnostic ne sont pas uniformisées. Dans certains cas, des données importantes peuvent ne pas avoir été collectées (par exemple, le nombre total d'animaux affectés) ou, si les données sont collectées pour des objectifs à court terme, telle que la détection de foyers de maladie, leur conservation et leur archivage peuvent ne pas avoir été privilégiés (van Panhuis *et al*. 2014). Lorsqu'il s'agit de traiter des ensembles de données importants, les gestionnaires de données peuvent également manquer des compétences et des ressources techniques nécessaires à la localisation, à l'extraction et à la diffusion des informations.

Certains obstacles techniques peuvent avoir des solutions simples, mais il faut du temps et de la créativité pour rendre les ensembles de données combinés utiles. Il n'existe ainsi pas de système de coordonnées de référence standard pour l'enregistrement des localisations, de sorte que les unités doivent souvent être converties. L'utilisation de texte ou de chiffres pour coder le même champ (par exemple, la gravité de lésions peut être classée comme légère, modérée et grave ou 1, 2 et 3) est une autre incohérence courante. Dans certains cas, standardiser la terminologie peut nécessiter des

solutions qui prennent beaucoup de temps. Par exemple, un organisme peut définir un « événement » de maladie de la faune sauvage comme tout épisode de mortalité causé par une maladie au cours d'une période donnée, quelle que soit sa localisation (par exemple, tous les parcs d'un pays touchés par la même maladie). Un autre organisme peut définir qu'un « événement » a des limites géographiques spécifiques (par exemple, chaque parc affecté est considéré comme un événement unique). Un troisième organisme peut considérer chaque envoi d'échantillons à un laboratoire comme un « événement » isolé. Ce type d'incohérence des données peut être sans conséquence si l'objectif de la combinaison des données est d'observer l'étendue géographique de la maladie ; toutefois, si les événements rapportés par ces trois organismes sont survenus sur trois années différentes et que l'intention était d'examiner l'importance des événements au fil du temps, les conclusions seront inexactes. La catégorisation des champs de maladies est encore plus compliquée, les méthodes de tests pouvant varier et des définitions de cas faisant défaut pour la plupart des maladies qui affectent en premier lieu la faune sauvage. Ainsi, un organisme peut classer une grenouille comme étant atteinte de chytridiomycose sur la base de résultats histopathologiques. Un autre peut exiger des tests moléculaires en plus de l'examen histopathologique pour établir un diagnostic de chytridiomycose chez un sujet. Un autre encore peut considérer qu'un animal est atteint par la maladie en se basant sur ses liens épidémiologiques avec un foyer. Ces différentes classifications suffiraient à rendre difficile l'élaboration de simples résumés, tel que le nombre de grenouilles souffrant de chytridiomycose.

Surmonter les obstacles associés au partage de données relatives à la santé de la faune sauvage

Les progrès technologiques récents permettent d'enregistrer, de stocker et de diffuser par voie électronique de grandes quantités de données, à une vitesse qui n'était pas possible auparavant avec les échantillons papier ou physiques. Bien que bon nombre de discussions sur les obstacles associés au partage de données publiées portent sur la manière d'accroître le partage de données entre des organismes et des institutions universitaires, nombre de ces défis en matière de partage de données sont universels. Par conséquent, une fois qu'un obstacle au partage de données relatives à la santé de la faune sauvage a été identifié, les techniques décrites ci-dessous peuvent être utiles pour accroître le partage d'informations relatives à la santé de la faune sauvage, au sein et entre les pays.

Surmonter les limites légales, réglementaires et éthiques associées au partage de données relatives à la santé de la faune sauvage

Connaître les obstacles spécifiques ou les préoccupations des gestionnaires de données est important pour élaborer la bonne stratégie afin de surmonter les barrières associées au partage de données. Par exemple, aucune incitation, quel qu'en soit le montant, ne sera suffisante si le gestionnaire de données n'a pas un contrôle sur les données ou si l'autorisation légale de les partager n'est pas claire. Dans ces cas, il peut être nécessaire d'élaborer des accords légaux transparents. Dans de nombreux cas, des documents non contraignants tels que des protocoles d'entente ou des lettres d'intention, qui incluent un libellé permettant la diffusion des données à des partenaires spécifiques tout en empêchant un partage public, seront suffisants. Si certains aspects des données, mais pas leur totalité, sont confidentiels, les accords de partage de données peuvent comprendre l'anonymisation de certains champs de données (par exemple noms des exploitations agricoles, localisations géographiques, dates spécifiques), l'agrégation de données (par exemple pour une zone géographique plus large) ou l'application de délais avant la diffusion à d'autres groupes ou au public.

La description des politiques d'utilisation des données peut aider à surmonter certains des obstacles associés aux préoccupations des partenaires relatives à confidentialité, à la propriété des données et à la manière dont les données recueillies seront utilisées. Un exemple détaillé de ce type de politique peut être consulté dans les documents de gestion des données de Wildlife Health Australia (WHA), accessibles par ce lien (en anglais) :

https://wildlifehealthaustralia.com.au/DataManagementWildlifeDiseaseSurveillance.aspx.

En Australie, le pourvoyeur de données conserve la propriété des informations relatives à la santé de la faune sauvage transmises à WHA et contrôle la confidentialité des informations, les informations diffusées par WHA étant principalement constituées de données résumées ou agrégées et incluant des accords de confidentialité, le cas échéant. WHA contribue également à signaler les obstacles rencontrés dans le pays, disposant de la reconnaissance et de l'autorisation du gouvernement pour administrer le système national australien d'information sur la santé de la faune sauvage. En gérant ce système national, WHA peut s'assurer que des protocoles appropriés soient respectés pour la notification, de sorte que les informations transmises par les partenaires relatives aux épisodes de maladies à déclaration obligatoire soient communiquées aux autorités gouvernementales compétentes avant que les données ne soient partagées.

Si le gestionnaire de données craint une mauvaise utilisation ou interprétation des données, le demandeur de données peut fournir des explications précises décrivant la manière dont les données seront utilisées. Le gestionnaire de données peut alors évaluer si les données demandées conviennent à une telle utilisation. Cela peut atténuer ses craintes et diminuer le temps qu'il peut passer à décrire en détail quelles utilisations de ces données pourraient être inappropriées. Une autre solution qui peut être proposée pour accroître le partage des données tout en reconnaissant qu'une mauvaise interprétation des données est possible, est la création d'une indication d'origine standardisée pour désigner les « auteurs de données » (Bierer *et al*. 2017), qui ne pourraient être tenus pour responsables que de l'intégrité de l'ensemble de données, mais pas des analyses ou des conclusions qui en sont faites lors de leur utilisation ultérieure. S'ils craignent des problèmes d'interprétation, les gestionnaires de données peuvent sinon envisager de proposer une décharge ou d'autres documents décrivant « l'aptitude à l'usage » des données. Par exemple, pour aider au contrôle de la qualité de l'utilisation des données secondaires au Canada, le Réseau canadien pour la santé de la faune (RCSF) se réserve le droit de réviser les documents finaux dont les conclusions reposent sur leurs données.

Surmonter les obstacles administratifs

Le partage des données nécessite du temps et des ressources qui font systématiquement défaut dans la majorité des programmes relatifs à la faune sauvage. Par conséquent, l'un des obstacles administratifs les plus courants est que le partage de données ne fait pas partie des priorités et qu'il n'y a pas de ressources dédiées pour celui-ci (par exemple pour collecter, nettoyer et transformer les données). Dans ces cas, il peut être utile de lancer des demandes de partage de données ou de demander à d'autres des données en reconnaissant formellement l'investissement de temps que cette tâche requiert. Il est également crucial de communiquer sur la valeur pratique des données partagées. Par exemple, le National Wildlife Health Center (NWHC) aux États-Unis d'Amérique tout comme le Réseau canadien pour la santé de la faune (RCSF) au Canada servent de banque centrale pour les informations relatives à la santé de la faune sauvage dans leurs pays respectifs. Chaque organisme génère directement une partie des informations relatives à la santé de la faune sauvage de son pays en menant des enquêtes sur les événements de maladies de la faune sauvage. Le NWHC emploie du personnel de diagnostic qui travaille directement pour le Centre et le RCSF s'appuie sur un réseau universitaire de personnel de diagnostic pour mener des enquêtes. Mais les deux organisations collectent et gèrent également des données relatives à la santé de la faune sauvage, transmises par d'autres partenaires dans l'ensemble de leur pays. Une communication active mettant en exergue la valeur de ces données centralisées pour offrir à leur pays une appréciation de la situation et une vue d'ensemble nationale sur la santé de la faune sauvage, nécessaires à une prise de décision appropriée et opportune, constitue la principale incitation utilisée au moment de solliciter les données relatives à la santé de la faune sauvage. Les partenaires du RCSF semblent également apprécier les capacités centralisées de communication, de transmission et de gestion des données disponibles via le RCSF. En servant de banque centrale pour les informations relatives à la santé de la faune sauvage au Canada, le RCSF est également en mesure de recouvrer une partie de ses coûts grâce aux rémunérations perçues pour sa réponse aux demandes de données provenant de l'industrie ou d'autres parties prenantes qui ont besoin d'accéder à des ensembles de données spécifiques.

Wildlife Health Australia propose de nombreux mécanismes pour surmonter les obstacles administratifs. Les contributeurs de données ont la possibilité d'émettre régulièrement des suggestions relatives à la manière dont le système national australien d'informations sanitaires sur la faune sauvage peut être amélioré. Wildlife Health Australia met également à disposition un forum pour le partage proactif d'informations par le biais de téléconférences régulières, de telle sorte que les partenaires puissent partager et discuter des événements liés à la santé de la faune sauvage qui font l'objet d'enquêtes dans le pays. WHA relève que ses partenaires lui communiquent des données parce qu'ils ont été sensibilisés aux bénéfices d'un système centralisé d'informations relatives à la santé de la faune sauvage au niveau national et qu'ils veulent y contribuer en raison des avantages mutuels que leur procure ce partage.

Le développement et l'hébergement par le NWHC du système de notification des maladies de la faune sauvage (WHISPers) décrit ci-dessus, est un exemple de l'utilisation réussie d'une infrastructure novatrice pour faciliter le partage et la transmission de données. Fondamentalement, WHISPers est conçu comme une banque centrale de données organisées, relatives à la santé de la faune sauvage aux États-Unis d'Amérique, avec des niveaux personnalisables d'accessibilité aux données. Il permet en outre aux gestionnaires de données, aux partenaires et aux parties prenantes de communiquer et de travailler ensemble pour optimiser l'utilisation des ressources et maximiser l'utilité des données saisies.

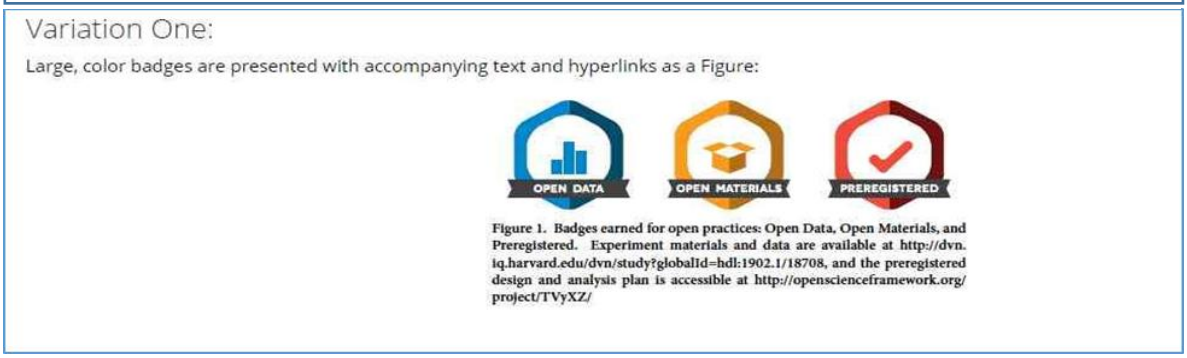
Si les bénéfices pour la communauté de la santé de la faune sauvage ou la société dans son ensemble peuvent suffire à convaincre certains gestionnaires de données de fournir des données, d'autres peuvent avoir besoin d'avantages plus directs ou d'incitations supplémentaires. Un autre moyen pour inciter les partenaires à partager des données consiste à leur expliquer le potentiel de visibilité accrue des collecteurs de données ou de leur programme. L'augmentation de la visibilité pour des données partagées a été démontrée dans le milieu académique par le fait que les études dont les données sont partagées étaient plus souvent citées dans la littérature scientifique publiée (Piwowar *et al*. 2007, Piwowar et Vision 2013). Le partage des données peut offrir un bénéfice mutuel au gestionnaire et au demandeur de données. Par exemple, les partenaires fournissant des données à la banque de données du RCSF profitent du champ d'action national du réseau de partenaires du RCSF et de ses communications pour améliorer la visibilité de leurs programmes individuels. Le RCSF, de son côté, utilise les informations partagées pour proposer une perspective nationale détaillée des problèmes relatifs à la santé de la faune sauvage, au moyen de rapports et d'autres outils de communication.

Les données partagées peuvent également favoriser de nouvelles collaborations et permettre de poursuivre des analyses qui n'auraient pas été réalisables avec un ensemble de données individuel. Par exemple, des chercheurs étudiant des facteurs contribuant à la propagation de la chytridiomycose des amphibiens peuvent être en mesure de combiner des ensembles de données afin de comprendre les facteurs intervenant à une échelle régionale ou nationale. De même, des chercheurs peuvent trouver des collaborateurs issus de domaines autres que le leur, permettant des analyses ou offrant des perspectives que le chercheur initial n'aurait pas envisagées. Les scientifiques qui bénéficient de données partagées peuvent par la suite plaider efficacement pour le recrutement de nouveaux partenaires.

Toutefois, il est également important de noter que malgré une évolution vers les données ouvertes (ou open data), vers une augmentation du partage des données et malgré la publication de nombreux articles d'opinion sur les stratégies pour surmonter les obstacles, il existe peu de rapports basés sur des données probantes et démontrant l'efficacité relative de diverses techniques (Rowhani-Farid *et al*. 2017). L'une des rares mesures incitatives testées est l'utilisation « d'insignes » science ouverte, attribués aux auteurs qui mettent volontairement à disposition dans une banque en accès libre toutes les données et tous les documents partageables numériquement. Ces symboles sont ensuite associés aux publications, généralement dans l'un des deux formats ci-dessous (*https://cos.io/our-services/open-science-badges-details/*) :

Première variante.

Des insignes colorés de grande taille sont présentés sous forme d'images, avec un texte d'accompagnement et des hyperliens :



Deuxième variante :

Des insignes de petite taille sont présentés en échelle de gris dans l'en-tête de l'article, le texte d'accompagnement et les hyperliens apparaissant en pied de page au bas de la première page:

Bien que ces insignes puissent sembler banals, ils constituent une incitation à la reconnaissance publique et sont l'une des rares pratiques pour laquelle il a été montré sur la base de données probantes qu'elle accroît les taux de partage des données (Kidwell *et al*. 2016, Rowhani-Farid *et al*. 2017). Des insignes ou tout autre moyen standardisé permettant une reconnaissance visuelle des contributions des partenaires devraient être relativement faciles à concevoir au sein de la communauté de la santé de la faune sauvage. Ces symboles pourraient être affichés au côté des emblèmes des partenaires sur les sites Web régionaux ou nationaux, les rapports ou les publications, afin d'offrir une reconnaissance aux partenaires qui contribuent régulièrement aux données et aux informations mises à la disposition de la communauté de la santé de la faune sauvage.

Une grande partie des techniques décrites ci-dessus sont destinées à accroître le partage d'informations qui ont déjà été recueillies. Lorsque vous avez besoin de trouver des données ou d'encourager le recueil de données, le développement de solides réseaux de partenaires est un mécanisme essentiel pour localiser, accéder à et demander des informations relatives à la santé de la faune sauvage. La constitution d'un réseau de partenaires prend du temps et est abordée de manière détaillée dans une section distincte de ce manuel. Il convient toutefois de relever ici que, comme pour le partage, des incitations peuvent également être utilisées pour favoriser le recueil de données. Un certain nombre de mécanismes peuvent être employés pour expliquer la valeur des données auprès des partenaires et du public, notamment : des bulletins d'information, les médias sociaux ou un site Web centralisé qui

propose un résumé de l'état du projet, l'utilisation qui a été faite des données et les résultats mesurés. La ludification, c'est-à-dire l'utilisation d'éléments propres au jeu tels que les classements ou les prix (Deterding *et al*. 2011), a été utilisée avec succès dans des activités de surveillance communautaire à grande échelle (Fritz *et al*. 2017). Les collecteurs de données peuvent également apprécier les possibilités qui leur sont offertes, par le biais de didacticiels ou d'ateliers, d'améliorer leurs compétences relatives au recueil de données. L'utilisation de la formation comme mesure d'incitation présente en outre l'avantage pour le demandeur de données d'améliorer la qualité des données recueillies. Dans une étude évaluant l'utilisation de données issues d'un recueil participatif pour la détection à distance et l'interprétation visuelle, les auteurs ont constaté que la qualité des données fournies par des non-experts augmentait avec le temps. Un suivi de l'évolution de la qualité des données peut être utilisé pour cibler les moyens de formation sur les domaines où une augmentation de la précision est la plus nécessaire et pour évaluer l'efficacité de ces moyens de formation.

Les incitations monétaires constituent une dernière technique pour surmonter les obstacles administratifs. Wildlife Health Australia prévoit une aide pour le travail administratif requis pour fournir des données à son système national de surveillance de la faune sauvage. Des partenaires sont également susceptibles de demander un financement pour soutenir des enquêtes de grande envergure sur les maladies.

Surmonter les obstacles techniques

Trouver des solutions pour résoudre les problèmes techniques est nécessaire tout au long du processus de partage de données. Des données bien définies peuvent être partagées plus efficacement et la disponibilité de métadonnées (ou données sur les données) peut accroître significativement l'utilité d'un ensemble de données. Les informations contenues dans les métadonnées comprennent souvent des indications sur l'endroit où les données ont été recueillies, sur la raison de leur collecte et, surtout, sur la personne responsable de l'ensemble de données, au cas où il y aurait des questions à propos de ces données. Les métadonnées adoptent souvent un format standard et les détails relatifs à la façon de créer des métadonnées efficaces sont présentés dans une section ultérieure de ce manuel.

La création de définitions pour les champs de données essentiels peut aider le gestionnaire et le demandeur de données à combiner des ensembles de données. Si ces définitions peuvent être établies avant le recueil des données, cela peut améliorer considérablement l'efficacité du partage des données, car cela réduit la nécessité de convertir d'un format ou d'une définition à un/une autre. Par exemple, l'élaboration de définitions de cas largement acceptées pour les maladies de la faune sauvage augmenterait considérablement la capacité de partager des informations relatives aux maladies courantes ou émergentes d'intérêt. Les définitions de cas incluent généralement des critères de terrain, de laboratoire ainsi que des critères macroscopiques, histopathologiques et épidémiologiques permettant d'assigner un individu à une catégorie de maladie spécifique. Lorsqu'elle existe, la définition de cas figurant dans le chapitre spécifique du Code terrestre ou aquatique de l'OIE devrait être utilisée (voir *http://www.oie.int/fr/normes/code-terrestre/acces-en-ligne/* et *http://www.oie.int/fr/normes/code-aquatique/acces-en-ligne/*). Bien que les définitions de cas pour les maladies affectant la seule faune sauvage soient moins courantes que pour les maladies qui peuvent aussi affecter l'homme ou les animaux domestiques, elles ont été établies pour plusieurs maladies importantes de la faune sauvage (White *et al.* 2016, NWHC 2014).

La création de définitions de cas pour toutes les maladies de la faune sauvage permettrait de s'assurer que l'un des champs les plus importants partagés entre les partenaires, à savoir le diagnostic, soit appliqué de manière cohérente. De fait, lors d'un atelier récent évaluant les fonctions essentielles des programmes nationaux de santé de la faune sauvage qui regroupait 11 pays (Australie, Canada, Chine, Pays-Bas, Nouvelle-Zélande, République de Corée, Suède, Suisse, Thaïlande, Grande-Bretagne et États-Unis d'Amérique), les participants ont exprimé le besoin de définitions de cas standardisées, spécifiques à la santé et aux maladies de la faune sauvage (Nguyen *et al*. 2017). Ces définitions pourraient être largement diffusées par leur publication dans des revues ou par un organisme spécifique chargé de les gérer. Par exemple, les Centers for Disease Control and prevention – CDC (Centres pour le contrôle et la prévention des maladies) tiennent à jour des définitions de cas pour les maladies humaines faisant l'objet d'un suivi aux États-Unis d'Amérique, par le biais de leur site Web du Système national de

surveillance des maladies à déclaration obligatoire (*https://wwwn.cdc.gov/nndss/conditions/*). De même, SNOMED CT (Systematized Nomenclature of Medicine-Clinical Terms – Nomenclature systématisée des termes médicaux-cliniques) est un ensemble normalisé de terminologie de santé clinique, utilisé pour faciliter l'échange efficace d'informations relatives à la santé humaine dans le monde entier. Les termes sont gérés par SNOMED International, une organisation qui élabore et tient à jour la terminologie, ce qui assure ainsi une cohérence entre tous les groupes d'utilisateurs. Bien qu'il n'y ait pas à ce jour d'extension de SNOMED CT à la faune sauvage, il existe une extension vétérinaire qui propose des codes pour une utilisation dans l'agriculture et chez les animaux domestiques (*http://vtsl.vetmed.vt.edu/*).

Les demandeurs de données peuvent également accroître la probabilité que les gestionnaires de données répondent favorablement aux requêtes de partage volontaire de données en sollicitant les seules informations nécessaires à la tâche qu'ils effectuent. Limiter les informations demandées réduit, pour le gestionnaire de données, la charge de travail de saisie ou de manipulation des données requise pour transmettre et combiner les données avec d'autres ensembles de données. Limiter les requêtes à des champs présélectionnés ou couramment utilisés réduit également le risque d'erreurs d'interprétation des données. Des plates-formes de saisie de données conviviales et des options de téléchargement groupé des données via des API (interfaces de programmation d'application) sur l'interface utilisateur des grandes bases de données partagées sont également susceptibles d'améliorer la réponse aux demandes de données.

Lorsque les données sont très diverses et qu'il n'est pas possible de combiner des ensembles de données, il peut être profitable d'entretenir une banque centrale pour les données relatives à un sujet particulier. Le Réseau canadien pour la santé de la faune (RCSF) utilise cette technique pour le syndrome du nez blanc qui affecte des espèces de chauves-souris d'Amérique du nord. Le RCSF conserve ainsi une banque de données sur les particuliers et les organismes qui recueillent des informations à ce sujet, et sur le type de données qu'ils collectent, facilitant ainsi la tâche des utilisateurs et des gestionnaires de données travaillant sur cette maladie.

Évaluer les obstacles et les solutions spécifiques à un pays en matière de partage de données

Bien que le sujet du partage de données dans le domaine de la santé de la faune sauvage ne soit pas nouveau, il a fait l'objet d'une attention renouvelée en raison de la disponibilité généralisée de technologies permettant d'enregistrer, de stocker et de diffuser par voie électronique de grandes quantités de données. Les informations que nous avons fournies visent à donner un aperçu des défis et des solutions potentiels que d'autres ont proposés ou jugés utiles pour surmonter les obstacles associés au partage de données. Un point important issu de l'expérience de Wildlife Health Australia en matière de création d'un système national d'information sur la santé de la faune sauvage est qu'il est crucial que votre organisation instaure la confiance dans ses capacités à gérer de manière appropriée des données sensibles et confidentielles, mais que cela prend du temps, parfois des années. Les questions ci-dessous peuvent être utilisées pour mieux comprendre les obstacles particuliers et les solutions potentielles pour votre région, votre pays, votre organisme ou vos partenaires.

1. Quels sont les partenaires qui recueillent des données relatives à la santé de la faune sauvage dans votre pays ? Quels types d'informations chaque partenaire collecte-t-il ? Y a-t-il des lacunes manifestes dans le recueil de données relatives à la santé de la faune sauvage (c'est-à-dire des données nécessaires pour les décisions qui ne sont actuellement pas collectées) ?

   .....

   .....

   .....

2. En supposant que vous puissiez obtenir de vos partenaires toutes les données dont vous avez besoin, comment seront-elles utilisées (appréciation de la situation, génération de résumés régionaux/nationaux sur la santé de la faune sauvage, publications, mesures de gestion, etc.) ? Etablissez une liste des manières dont les données seront utilisées et, si possible, reliez-la aux personnes qui recueillent les données afin de pouvoir associer directement, dans vos communications avec vos partenaires, leurs données avec le produit ou les résultats qu'elles vous ont permis d'obtenir.

.....

.....

.....

3. Y-a-t-il des incitations à partager des données avec vous dont vos partenaires devraient avoir connaissance (par exemple, ressources ou services complémentaires, assistance pour la gestion des données, accès à des outils analytiques ou terminologie standardisée) ?

.....

.....

.....

4. Quels sont les obstacles spécifiques auxquels sont confrontés vos partenaires pour partager des données ? *Commentaires* : l'identification des obstacles associés au partage de données peut être réalisée par le biais d'enquêtes informelles ou formelles auprès des partenaires (par téléphone, en personne, par courrier électronique). Ne supposez pas que tous les partenaires rencontrent les mêmes obstacles au partage de données. Soyez conscients que certains partenaires peuvent être confrontés à plus d'un obstacle au partage de données.

.....

.....

.....

5. Lesquels de ces obstacles pouvez-vous actuellement surmonter ? Y-a-t-il des domaines dans lesquels un compromis peut être atteint (par exemple, en modifiant les informations de localisation exactes pour des raisons de confidentialité) ? Y a-t-il des obstacles communs aux principaux partenaires qui pourraient être abordés en premier ? Certains obstacles nécessitent-ils des ressources supplémentaires (par exemple, développement de technologies telles que le téléchargement groupé de données) ? Si vous rencontrez des difficultés à traiter un obstacle particulier, envisagez de contacter d'autres Points focaux nationaux pour la faune sauvage de l'OIE ou des Centres collaborateurs, afin de voir s'ils ont trouvé des solutions à des problèmes similaires.

.....

.....

.....

Ouvrages cités

Bierer BE, Merce MD, Pierce HH. 2017. Data authorship as an incentive to data sharing. New England Journal of Medicine. 376: 1684-1687.DOI: 10.1056/NEJMsb1616595

Deterding S, Sicart M, Nacke, L, O'Hara K, Dixon D. 2011. Gamification. Using game-design elements in non-gaming contexts. CHI Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems 2425–2428. DOI: 10.1145/1979742.1979575

Fritz S, See L, Perger C, McCallum I, Schill C, Schepaschenko D, Duerauer M, Karner M, Dresel C, Laso-Baya JC, Lesiv M, Moorthy I, Salik CF, Danylo O., Sturn T, Albrecht F, You L, Kraxner F, Obersteiner M. 2017. A global dataset of crowdsourced land cover and land use reference data. Scientific Data 4: 170075. doi:10.1038/sdata.2017.75

Hall HI, Correa A, Yoon PW, Braden CR. 2012. Lexicon, definitions, and conceptual framework for public health surveillance. Morbidity and Mortality Weekly Report 61: 10-14.

Kidwell MC, Lazarević LB, Baranski E, Hardwicke TE, Piechowski S, Falkenberg L-S, Kennett C, Agnieszka S, Sonnleitner C, Hess-Holden C, Errington TM, Fiedler S, Nosek BA. 2016. Badges to Acknowledge Open Practices: A Simple, Low-Cost, Effective Method for Increasing Transparency. PLoS Biol 14(5): e1002456. *https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002456*

National Wildlife Health Center (NWHC). 2014. Diagnostic Categories for Reporting Cases of Bat White-Nose Syndrome (WNS) Including a Summary of revisions to WNS case definitions for the 2014/2015 season. Consulté le 15 mars 2018.

Nguyen NT, Duff JP, Gavier-Widén D, Grillo T, He H, Lee H, Ratanakorn P, Rijks JM, Ryser-Degiorgis M-P, Sleeman JM, Stephen C, Tana T, Uhart M, Zimmer P. 2017. Report of the workshop on evidence-based design of national wildlife health programs: U.S. Geological Survey Open-File Report 2017–1038, 18 pp. *https://doi.org/10.3133/ofr20171038*

OIE (Organisation mondiale de la santé animale). 2018. Santé animale dans le monde - Présentation. *http://www.oie.int/fr/sante-animale-dans-le-monde*. Consulté en mai 2018.

Piwowar HA, Day RS, Fridsma DB. 2007. Sharing Detailed Research Data Is Associated with Increased Citation Rate. PLoS ONE 2(3): e308. *https://doi.org/10.1371/journal.pone.0000308*

Piwowar HA, Vision TJ. 2013. Data reuse and the open data citation advantage. PeerJ 1: e175 *http://dx.doi.org/10.7717/peerj.175*

Rowhani-Farid A, Allen M, Barnett AG. 2017. What incentives increase data sharing in health and medical research? A systematic review. Research Integrity and Peer Review 2:4. *https://doi.org/10.1186/s41073-017-0028-9*

Savel TG, Foldy S. 2012. Role of public health informatics in enhancing public health surveillance. Morbidity and Mortality Weekly Report Supplements 61:20-24.

Van den Eynden V, Bishop L. 2014. Incentives and motivations for sharing research data, a researcher's perspective. 48 pp. *http://www.data-archive.ac.uk/media/492924/ke_report-incentives-for-sharing-research-data.pdf knowledge-exchange.info/Default.aspx?ID=733*. Consulté en mars 2018.

Van Panhuis W G, Paul P, Emerson C, Grefenstette J, Wilder R, Herbst A J, Heymann D, Burke D S. 2014. A systematic review of barriers to data sharing in public health. BMC Public Health 14:1–9.

White, CL, Forzan, MJ, Pessier, AP, Allender, MC, Ballard, JR, Catenazzi, A, Fenton, H, Martel, A, Pasmans, F, Miller, DL, Ossiboff, RJ, Richgels, KLD, Kerby. JL. 2016. Amphibian: A case definition and diagnostic criteria for *Batrachochytrium salamandrivorans* chytridiomycosis. Herpetological Review. 47:207-209.

Eléments clés nécessaires pour créer et entretenir des réseaux de partenaires et de parties prenantes

Les réseaux de santé de la faune sauvage réussis présentent les caractéristiques suivantes :

1. *Personnalisés*. Il n'y a pas de méthode toute faite pour créer et entretenir des réseaux de partenaires, mais les méthodes et les structures de réseau doivent être taillées sur mesure pour répondre aux besoins spécifiques.

2. *Les bonnes personnes.* Le succès du réseau repose sur le recrutement des personnes appropriées - celles qui ont accès aux données relatives à la santé de la faune sauvage et sont autorisées à les partager (ou à les utiliser) – à même de participer activement au réseau.

3. *Adhésion des partenaires.* Lors de la constitution d'un réseau, veillez à inclure vos partenaires dans les phases de planification et de mise en œuvre afin de vous assurer le soutien et la coopération de ceux qui sont essentiels à la réussite du réseau.

4. *Mutuellement bénéfique.* Les réseaux qui perdurent avec succès garantissent la transparence des décisions et des communications, l'équité dans la manière dont les partenaires sont traités et offrent un bénéfice mutuel à toutes les parties impliquées.

Introduction

Cette section traitera des éléments généraux nécessaires pour créer et entretenir un réseau de partenaires et/ou de parties prenantes, puis présentera des exemples de cas spécifiques de réseaux de santé de la faune sauvage réussis. Compte tenu des différences significatives entre et au sein des pays à travers le monde en ce qui concerne les éléments et les étapes spécifiques nécessaires pour créer un réseau de partenaires, il n'est pas possible de rédiger un guide de référence sur le sujet. Nous présenterons toutefois des idées et des suggestions générales qui sont largement applicables et peuvent aider à établir des réseaux de santé de la faune sauvage performants.

Nous commençons par définir un *réseau* comme un agencement de communications mettant en lien des personnes qui sont engagées dans des activités similaires. Un *réseau de partenaires de la santé de la faune sauvage* établit des lignes directrices de communication pour les parties prenantes et les partenaires impliqués dans la santé de la faune sauvage. Par exemple, un réseau établi pour combattre les maladies ayant des impacts majeurs sur les trois secteurs de la santé, peut créer des plans de communication et des comités de surveillance pour la coordination inter-institutions de la santé publique, la santé agricole et celle de la faune sauvage.

Aux fins du présent chapitre, une *partie prenante* est définie comme une personne ou une entité qui a un intérêt ou une préoccupation en matière de santé de la faune sauvage. Un *partenaire* est défini comme une personne ou une entité qui participe activement aux aspects réglementaires, de gestion, d'identification ou aux aspects sociaux de la santé de la faune sauvage. En général, les partenaires sont également des parties prenantes, mais de nombreuses parties prenantes ne sont pas nécessairement considérées comme des partenaires. Par exemple, un responsable de la faune sauvage collaborant avec un laboratoire de diagnostic ou de recherche pour mieux comprendre les modèles de foyers de maladies dans la faune sauvage qu'il/elle gère activement sera considéré comme un partenaire lors d'enquêtes relatives aux foyers de maladies. En revanche, si un foyer majeur survient chez des oiseaux sauvages d'un parc national, les personnes vivant dans les zones limitrophes du parc ne seront généralement pas considérées comme des partenaires, à moins que les sciences citoyennes soient utilisées pour aider à identifier le foyer de maladie (voir l'exemple de cas 1).

Le réseautage est souvent enseigné comme un principe fondamental pour les personnes travaillant dans le domaine des affaires (voir *https://hbr.org/topic/networking* pour des informations préliminaires). En bref, le *réseautage d'affaire* est la pratique qui consiste à établir volontairement des liens avec d'autres professionnels de votre domaine, pour à la fois élargir votre réseau social et développer des relations d'affaires mutuellement bénéfiques. Cette pratique est souvent décrite comme étant une bonne méthode pour développer des affaires, trouver un soutien financier pour des idées novatrices et offrir des perspectives d'emploi. On estime que tout cela augmente le succès et le développement professionnels de la personne qui réseaute. Ce type de réseautage vise souvent à atteindre les objectifs professionnels d'un individu, mais peut également être exploité pour constituer un réseau informel de partenaires de la santé de la faune sauvage.

Au-delà du *réseau d'affaire*, le développement de *partenariats* consiste à rassembler plusieurs organismes issus de différents secteurs afin de travailler ensemble pour atteindre un objectif commun (Manuel de partenariat, 2003). Un réseau de partenaires de santé de la faune sauvage est, par définition, un partenariat. L'essentiel de ce chapitre sera donc consacré à la pratique et aux principes intervenant dans le développement de partenariats, directement applicables à la création et à l'entretien d'un réseau de partenaires de la santé de la faune sauvage. Les réseaux de partenaires dans le domaine de la santé de la faune sauvage peuvent avoir des structures variées, en fonction des buts et objectifs de ces réseaux. Leur taille par exemple peut varier d'une échelle régionale ou nationale à une échelle internationale ; leur champ d'application peut être spécifique à une maladie, à un secteur (comme la santé publique, la santé agricole) ou correspondre à une approche « Un monde, une santé » ; quant à leur type de structure, il peut varier de l'informel au formel (Tableau 1). Le *tableau 1* propose des exemples de réseaux de partenaires de la santé de la faune sauvage du monde entier. Nous décrirons plus loin différents types de structures, ainsi que les avantages et les inconvénients de chacun lorsqu'on passe de réseaux de partenaires informels à des réseaux de partenaires formels (Partnering Toolbook, 2003).

Les réseaux de partenaires peuvent être formels ou informels. Par exemple, une personne peut en rencontrer d'autres qui travaillent dans le domaine de la santé de la faune sauvage lors d'une réunion et rester en relation avec ces personnes, de manière à partager des informations relatives à l'état de santé général de la faune sauvage. C'est un exemple de réseau informel de partenaires de la santé de la faune sauvage, mis en place et entretenu par le biais d'un réseautage d'affaire. Les réseaux informels sont également souvent utilisés lors d'événements de maladies de la faune sauvage pour recueillir des informations sur l'épisode et fournir aux partenaires et aux parties prenantes une évaluation de la situation. Pour les maladies à déclaration obligatoire ayant des implications zoonotiques ou agricoles, le réseau de partenaires peut être plus structuré et comprendre un comité directeur ou un groupe de travail avec des directives spécifiques relatives aux rôles et responsabilités des partenaires et à la fréquence et au type de communications. Cela correspond à un réseau de partenaires semi-formel. Un réseau formel de partenaires dans le domaine de la santé de la faune sauvage est souvent constitué par des organismes ou des organisations à but non lucratif qui s'appuient sur la législation et/ou sur des ressources suffisantes. Par exemple, le U.S. Department of Agriculture (Département de l'agriculture des États-Unis d'Amérique) qui a un mandat légal pour protéger les ressources agricoles dirige le National Animal Health Laboratory Network - NAHLN (Réseau national de laboratoires de santé dans l'agriculture) qui est le partenaire des laboratoires de diagnostic aux États-Unis, afin d'assurer un diagnostic standardisé des maladies à déclaration obligatoire. Les laboratoires du NAHLN reçoivent un financement pour effectuer les tests pour ces maladies et maintenir leur certification. La structure formelle du NAHLN permet à l'organisation de fournir une aide, sous la forme de personnel ou de financements, aux partenaires du réseau. Pour des exemples plus détaillés des différentes structures de réseau, reportez-vous aux exemples de cas à la fin de ce chapitre.

Tableau 1. Exemples de différents réseaux de partenaires dans le monde, classés selon leur échelle, leur champ d'application et leur structure.

Echelle	Champ d'application	Structure	Organisation responsable	Nom du réseau	Lien
Régionale	Maladie spécifique	Informelle	USGS National Wildlife Health Center	Avian Monitoring for Botulism Lakeshore Events – AMBLE (Surveillance aviaire des épisodes de botulisme des rives des lacs)	https://www.nwhc.usgs.gov/our_research/amble/
Nationale	Santé de la faune sauvage	Informelle	USGS National Wildlife Health Center	Wildlife Health Information Sharing Partnership - event reporting system – WHISPers (Partenariat de partage des informations relatives à la santé de la faune sauvage – Système de notification des événements)	https://www.nwhc.usgs.gov/whispers/
Nationale	Maladie spécifique	Semi-formelle	U.S. Department of Agriculture	Interagency Avian Influenza Steering Committee on Surveillance in Wild Birds (Comité directeur inter-institutions de l'influenza aviaire sur la surveillance des oiseaux sauvages)	https://www.aphis.usda.gov/aphis/newsroom/news/sa_by_date/sa_2015/sa_july/migratory-birds
Internationale	Santé animale	Semi-formelle	Organisation mondiale de la santé animale (OIE)	Centres collaborateurs et réseau de laboratoires de référence	http://www.oie.int/en/scientific-expertise/overview/
Internationale	Santé de la faune sauvage	Semi-formelle	European Wildlife Disease Association	EWDA Network for Wildlife Health Surveillance in Europe (Réseau EWDA pour la surveillance de la santé de la faune sauvage en Europe)	http://ewda.org/ewda-network/
Nationale	Santé de la faune sauvage	Semi-formelle	Réseau canadien de santé de la faune (RCSF)	Réseau canadien de santé de la faune (RCSF)	http://www.cwhc-rcsf.ca/who_we_are.php
Nationale	Santé de la faune sauvage	Semi-formelle	Wildlife Rehabilitators Network of New Zealand	Wildlife Rehabilitator's Network of New Zealand (Réseau de réadaptation de la faune sauvage de Nouvelle-Zélande)	https://www.wrennz.org.nz/

Nationale	Santé de la faune sauvage	Formelle	Wildlife Health Australia	Australia Wildlife Health Network (Réseau de la santé de la faune sauvage d'Australie)	https://www.wildlifehealthaustralia.com.au/AboutUs.aspx
Nationale	Santé animale	Formelle	U.S. Department of Agriculture	National Animal Health Laboratory Network (Réseau national de laboratoires de santé animale)	https://www.aphis.usda.gov/aphis/ourfocus/animalhealth/lab-info-services/nahln/ct_national_animal_health_laboratory_network

Comment construisez-vous un réseau de partenaires ?

La première étape de la constitution d'un réseau de partenaires consiste à identifier les parties prenantes et les partenaires qui seront des contributeurs importants au processus de planification et au réseau qui en résulte. En lien étroit avec cette tâche, il convient de définir les besoins auquels le réseau répondra. Souvent, le moteur à l'origine de la constitution d'un réseau de la santé de la faune sauvage est de recueillir et de rassembler des informations collectées indépendamment par des groupes locaux sur une vaste zone afin d'améliorer l'évaluation de la situation de maladies affectant l'homme, l'agriculture ou la faune sauvage. Les autres raisons motivant la création de réseaux peuvent inclure l'échange de connaissances et le renforcement des capacités techniques, dans le respect des normes établies par l'organisme chef de file. L'un des principaux avantages de la constitution de réseaux de partenaires est que les résultats du diagnostic et d'autres mesures d'intervention sont mis en œuvre par un partenaire de confiance. C'est particulièrement vrai si les partenaires du réseau fournissent des capacités renforcées lors de foyers de maladie. Par exemple, les laboratoires de référence ou les Centres collaborateurs de l'OIE sont désignés après un examen minutieux de leurs qualifications et de leurs qualités. Ces laboratoires et centres peuvent être des éléments précieux d'un réseau et sont souvent mis à contribution dans des situations critiques, en fournissant des tests de diagnostic fiables, des conseils d'experts aux organismes d'intervention et/ou en fournissant du personnel qualifié pour aider aux efforts d'intervention. Quelle que soit la finalité du réseau, il est essentiel que son objectif soit défini clairement, car c'est sur cette base qu'il sera construit. Une fois l'objectif du réseau défini, l'organisme responsable peut commencer à identifier les partenaires dont la participation est importante pour la réussite du réseau. Les questions importantes à prendre en compte lors de l'identification des partenaires sont les suivantes :

- Quels sont les partenaires qui recueillent déjà des informations potentiellement utiles pour le réseau ?
- Quels sont les partenaires qui ont la capacité de recueillir des informations potentiellement utiles pour le réseau, mais qui ne le font pas actuellement ?
- Quels sont les partenaires qui utiliseront les informations collectées ?

Si la liste des groupes ou organismes partenaires potentiels est longue (> 10), il peut être bénéfique de faire une distinction entre *partenaires principaux* - ceux qui se consacrent déjà à un travail similaire et peuvent déjà être impliqués dans les phases de planification initiales ; *partenaires secondaires* - ceux qui pourraient faire ce travail mais ne sont pas actuellement des acteurs majeurs ; et *partenaires essentiels* - ceux qui peuvent avoir une forte influence sur la réussite du réseau. Les partenaires essentiels peuvent être des instances réglementaires, des organismes de financement ou ceux qui bénéficient d'une haute estime dans le domaine d'intérêt ou qui sont politiquement importants. Le développement initial du réseau sera plus efficace s'il s'appuie dans un premier temps sur les partenaires essentiels et principaux et intègre les partenaires secondaires dans une phase ultérieure.

Une fois la liste des partenaires établie, il sera important d'identifier également un point de contact pour chaque groupe de partenaires. Un point de contact est une personne au sein du groupe qui participera activement au réseau et sera un défenseur de celui-ci au sein de son propre groupe ou de son organisme. Il peut y avoir plus d'un point de contact pour un groupe de partenaires, en fonction de la complexité de la mission du groupe et de l'importance de sa participation au réseau. Il sera également essentiel que les principaux décideurs au sein de chaque groupe de partenaires soient sensibilisés et soutiennent les efforts, s'ils ne sont pas le point de contact. À ce stade, les relations professionnelles (c'est-à-dire les réseaux informels) peuvent jouer un rôle utile dans l'établissement de contacts. Même si les contacts personnels au sein d'un organisme ne sont pas les personnes directement utiles au réseau, ils peuvent être en mesure d'identifier (et même potentiellement de présenter) la ou les personnes appropriées. *Le succès du réseau repose sur le recrutement des personnes appropriées - celles qui ont accès aux données relatives à la santé de la faune sauvage et sont autorisées à les partager (ou à les utiliser) – à même de participer activement au réseau.*

Le Tableau 2 montre un exemple d'exercice qui pourra aider à identifier les partenaires potentiels (adapté du guide de planification stratégique de la National Association of County and City Health Officials - NACCHO (Association nationale des responsables de la santé dans les villes et les cités) : *https://www.naccho.org/uploads/downloadable-resources/Programs/Public-Health-Infrastructure/StrategicPlanningGuideFinal.pdf)*.

Tableau 2. Exemple d'exercice pouvant être utilisé pour identifier les partenaires potentiels du réseau, leur identification (essentiel, principal, secondaire) et leur point de contact.

Organisme partenaire	Classement du partenaire	Point de contact

Une fois la liste des partenaires potentiels établie, il est souvent utile à ce stade de représenter l'état actuel des relations avec les partenaires, afin d'identifier ceux qui sont déjà bien placés pour participer au réseau et mettre en évidence les relations qui nécessitent des efforts supplémentaires. Vous trouverez ci-dessous un exercice de cartographie de réseau qui peut être utilisé pour déterminer l'état effectif d'un réseau de partenaires et, grâce à des questions d'évaluation de suivi, pour identifier les connexions susceptibles d'être renforcées afin d'améliorer les relations avec les partenaires ainsi que le fonctionnement et la viabilité du réseau. Cet exercice est adapté de l'outil de cartographie de réseau de l'Harvard ManageMentor :

http://www.harvardbusiness.org/sites/default/files/PDF/network_mapping_tool.pdf.

Exercice de cartographie d'un réseau dans le domaine de la santé de la faune sauvage

Utilisez cet exercice de cartographie de réseau pour identifier et évaluer les forces et les faiblesses relatives de vos réseaux de partenaires existants ou en projet. Les instructions pour cartographier votre réseau de partenaires figurent ci-dessous et sont suivies de l'exercice ainsi que de quelques questions d'évaluation pour vous aider à identifier les mesures à prendre pour améliorer le réseau.

Cartographiez votre réseau de partenaires : suivez les instructions ci-dessous pour compléter votre tableau de partenaires et cartographier votre réseau de partenaires.

1. Vous avez la possibilité de remplir plusieurs outils de cartographie de réseau. Par conséquent, intitulez votre réseau d'une manière pertinente pour ce réseau spécifique.

2. Décrivez la mission/les objectifs du réseau. Référez-vous aux raisons motivant couramment la constitution de réseaux de la santé de la faune sauvage, présentées dans le texte ci-dessus. Si vous créez plusieurs cartographies de réseau (par exemple pour différents secteurs, niveaux ou partenaires), veuillez indiquer les objectifs spécifiques pour chaque cartographie de réseau.

3. Répertoriez les partenaires et/ou les points de contact qui sont actuellement membres de votre réseau.

Titre	
Objet	
Groupe de partenaires	**Point de contact**

4. Dans le diagramme circulaire vierge, cartographiez les partenaires répertoriés dans votre tableau :

a. Considérez que vous êtes au centre du réseau.

b. Positionnez chaque partenaire sur la carte :

i. utilisez les cercles entourant le centre pour placer vos partenaires du réseau, en fonction de la fréquence à laquelle vous interagissez avec eux :

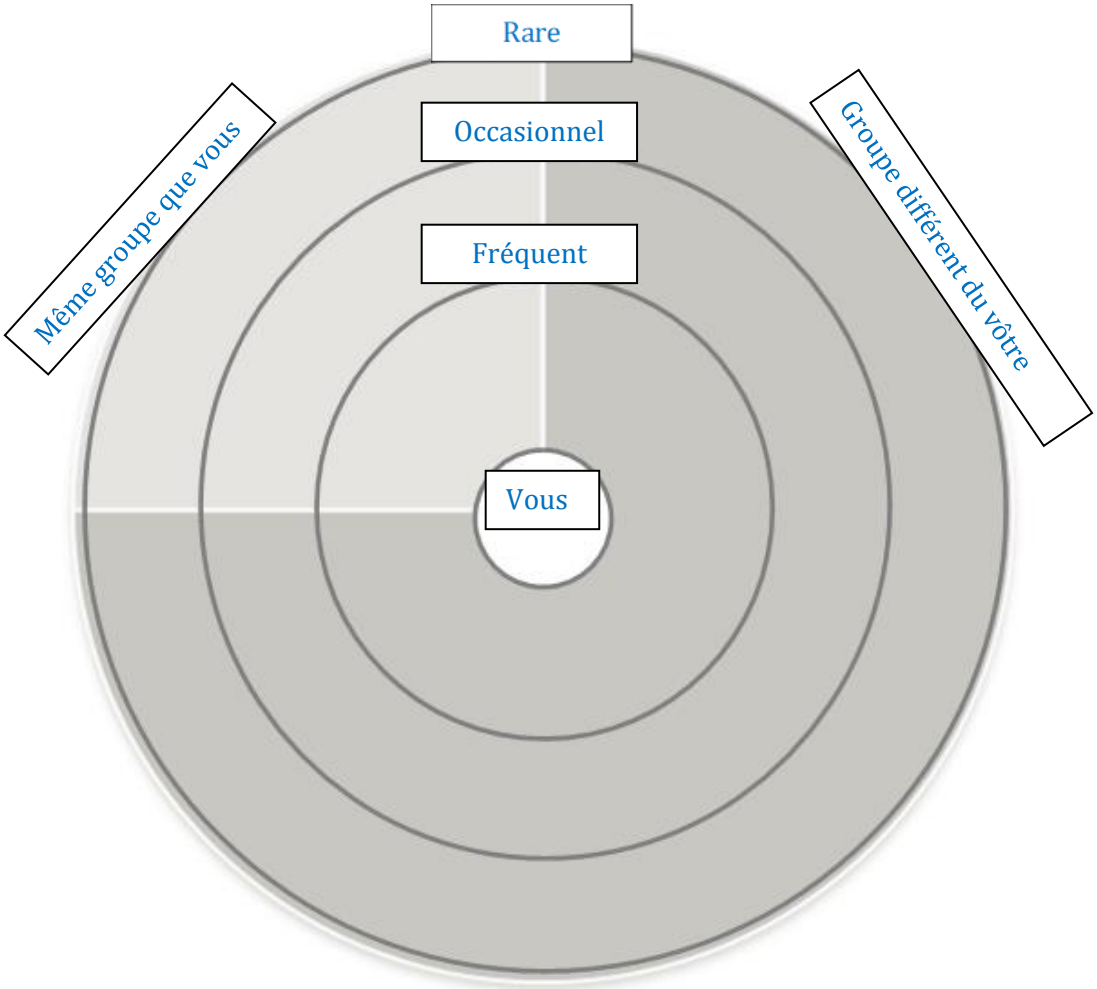
- fréquemment (par exemple au moins une fois par mois)
- occasionnellement (par exemple, contacts trimestriels à annuels)
- rarement (par exemple, moins d'une fois par an)

ii. positionnez les partenaires sur la section pertinente du diagramme :

- même organisme ou groupe que vous
- organisme ou groupe différent du vôtre

iii. Tracez les lignes vous reliant aux partenaires du réseau avec lesquels vous avez un contact direct.

iv. Tracer les lignes reliant les partenaires de votre réseau s'ils se connaissent entre eux. Si vous prévoyez qu'il y aura de nombreuses lignes, il peut être utile d'utiliser une couleur différente ou une ligne pointillée pour ces connexions.



Evaluez votre réseau de partenaires : posez-vous les questions suivantes pour vous aider à identifier les possibilités d'améliorer votre réseau.

1. *Partenaires*. De qui êtes-vous vraiment dépendant pour atteindre les objectifs de votre réseau ? Est-ce que tous ces groupes et individus sont inclus ? Y a-t-il des groupes ou des individus qui seront essentiels à l'avenir et qui ne font pas partie de votre réseau ?

2. *Structure*. Votre réseau est-il cohésif - la plupart des membres de votre réseau en connaissent-ils d'autres ? Ou est-ce un réseau en passerelle - dans lequel vous êtes connecté à des personnes qui ne sont pas connectées entre elles ? Voyez-vous des possibilités de mettre en connexion des groupes ou des individus qui auraient un avantage mutuel à se connaître (procurant ainsi des bénéfices en retour aux partenaires de votre réseau) ?

3. *Composition et étendue.* Votre réseau comprend-il des liens forts et faibles ? La plupart de vos partenaires du réseau appartiennent-ils à votre groupe ou à votre organisme ? Compte tenu des objectifs de votre réseau, existe-t-il des risques associés à un regroupement des partenaires dans un secteur de la santé particulier ?

4. *Proximité*. Y a-t-il des groupes ou des individus importants dans votre réseau avec lesquels vous devriez interagir plus fréquemment (par exemple, une personne que vous sous-employez) ? Quelles réflexions initiales vous inspire la qualité des relations au sein du réseau ?

5. *Modèles*. Quels autres motifs apparaissant sur votre carte vous donnent des idées ?

Améliorez votre réseau de partenaires : répertoriez ci-dessous deux ou trois possibilités spécifiques d'améliorer votre réseau de partenaires (par exemple, ajouter des relations essentielles qui font défaut, consacrer plus de temps à certains partenaires, accroitre la diversité de votre réseau).

1.

2.

3.

Même les organismes de santé de la faune sauvage créés de longue date peuvent trouver l'exercice ci-dessus utile. Ainsi, lors de sa réalisation par l'U.S. Geological Survey National Wildlife Health Center, cet exercice a permis d'identifier un besoin de renforcer les relations avec les départements de la santé de la faune sauvage des Etats, ces derniers étant sous-représentés dans le réseau. En réponse à cette situation, plusieurs actions ont été entreprises, dont l'intensification des communications et des possibilités de formation afin que ces départements augmentent leur participation dans le réseau de partenaires de la santé de la faune sauvage.

Au cours du processus de planification, en plus de l'exercice de cartographie ci-dessus, il peut être bénéfique d'organiser un atelier intégrant les partenaires principaux et essentiels afin de recueillir leurs suggestions relatives à l'échelle, au champ d'application et à la structure du réseau en cours de constitution. C'est également le moment idéal pour discuter des objectifs du réseau de partenaires et des conditions pour y participer. Les réseaux de partenaires les plus efficaces sont ceux qui recueillent l'adhésion, la participation active et une conviction forte pour la mission du réseau. Un moyen éprouvé pour obtenir le soutien des partenaires consiste à permettre à ceux-ci de contribuer au processus de planification du réseau. Une expression anglaise courante utilisée lors des exercices de consolidation d'équipe est « weigh-in leads to buy-in » (soupeser avant d'adhérer) ce qui signifie que si les parties prenantes et les partenaires estiment que leurs contributions et préoccupations ont été prises en compte durant la conception et le développement du réseau, ils sont plus susceptibles d'être solidaires et de participer à la structure du réseau qui en résulte. L'atelier de planification devrait donc si possible se dérouler en personne, de sorte à ce que les membres du réseau de partenaires puissent établir des liens entre eux ainsi qu'avec le personnel de coordination de l'organisme chef de file du réseau. Lorsque cela est possible, le recrutement d'un facilitateur peut aider à s'assurer de la participation des groupes de partenaires. L'atelier de planification doit aboutir à l'élaboration d'un ensemble de lignes directrices et d'exigences claires, assurant un équilibre entre les capacités des partenaires et les besoins de l'organisme chef de file.

Pour développer la structure du réseau dans le cadre de l'atelier susmentionné ou en dehors de ce forum, le groupe de partenaires devrait discuter des risques que peut présenter le réseau pour le fonctionnement et la mission de l'organisme de chacun, ainsi que des avantages d'une collaboration. L'organisme chef de file doit également prendre des renseignements relatifs aux obstacles et aux ressources potentiellement nécessaires pour chaque partenaire pour atteindre les objectifs fixés pour le réseau. Le groupe peut réfléchir à des solutions efficaces permettant de surmonter les obstacles les plus courants. L'organisme chef de file doit alors définir la structure du réseau, qui peut aller de demandes de coordination informelles à des conditions d'adhésion plus formelles ou à des accords de financement. Trois types différents de relations entre partenaires sont décrits ci-dessous, ainsi que les avantages et inconvénients associés à chacun d'eux. Ces descriptions sont adaptées de l'encadré 3 du Manuel du partenariat de Ros Tennyson (p.17), 2003, Forum international des chefs d'entreprises (International Business Leaders Forum - IBLF) et Alliance mondiale pour l'amélioration de la nutrition (Global Alliance for Improved Nutrition - GAIN).

https://www.thepartneringinitiative.org/wp-content/uploads/2014/07/Partnering-Toolbook-French.pdf.

1) Les réseaux **informels** peuvent comprendre des contacts personnels développés par le biais d'un réseautage d'affaire (voir la définition ci-dessus), mais ils peuvent également inclure des groupes de travail, des groupes de discussion ou des groupes d'étude. Ces types de réseaux n'ont généralement pas d'accord signé entre les partenaires, bien qu'ils puissent disposer de certains documents d'orientation. Les réseaux informels sont probablement la forme la plus courante de réseau de la santé de la faune sauvage.

Avantages	*Inconvénients*
Plus grande liberté pour explorer des idées et des intentions et pour construire de nouvelles relations	Pas suffisamment pris au sérieux par les organismes externes ou d'autres acteurs clés
Moins coûteux – la principale ressource requise est le temps et non l'argent	Trop facilement délaissé lorsque les personnes concernées en sont détournées par leurs autres priorités
Non bureaucratique	Insuffisamment structuré pour la coordination et la gestion des ressources

2) Les réseaux **semi-formels** possèdent généralement des directives écrites et des protocoles de participation qui peuvent être rendus publics par un site Web ou par d'autres moyens. Habituellement, les réseaux semi-formels disposent également d'accords signés entre les partenaires, tels que des chartes de projet, des protocoles d'accord ou des accords de collaboration (voir le Tableau 3). Ces accords sont généralement signés par tous les partenaires et ceux-ci s'engagent à mettre à disposition les ressources nécessaires pour atteindre les objectifs fixés (il s'agit en général de temps consacré par le personnel).

Avantages	*Inconvénients*
Développer une meilleure visibilité	Nécessite une meilleure coordination
Couvrir une large gamme d'activités sans lien direct	Demande plus de consensus sur les politiques et les principes opérationnels
Crée un engagement de la part d'un public plus large	S'accompagne de processus de prise de décision plus complexes.

3) Dans les réseaux **formels**, un organisme reconnu, telle une association ou une fondation à but non lucratif, voire un organisme gouvernemental, est chargé de diriger et d'entretenir le réseau. Les réseaux formels s'appuient souvent sur des mandats ou des réglementations gouvernementaux et disposent de ressources pour leurs opérations soit grâce à un personnel spécialisé au sein de l'organisme chef de file, soit grâce à un financement permettant aux partenaires de participer.

Avantages	*Inconvénients*
Autorité et capacité accrues pour exercer une influence	Activité soumise à des restrictions législatives
Activités plus ciblées et plus grande probabilité de pérennisation	Tendance à devenir trop bureaucratique et impersonnel
Capacité renforcée de mobiliser et de gérer des ressources à grande échelle	Coûts administratifs de plus en plus élevés par rapport aux coûts des projets

Certains types d'accords utilisés par ces différents réseaux sont définis ci-dessous dans le *Tableau 3*. Quelle que soit la structure ou le type de réseau constitué, les exigences et les attentes des participants au réseau devraient être clairement fixés et décrits dans des documents d'orientation ou des accords signés.

Tableau 3. Types courants de documents d'orientation ou d'accords signés, utilisés dans les relations de partenariat, du niveau semi-formel (charte de projet) au niveau formel (accord de financement).

Nom	Type de document	Définition	Modèles disponibles
Charte de projet	Orientations	Document définissant les objectifs, les rôles et les responsabilités ainsi que les partenaires impliqués.	https://www.acf.hhs.gov/sites/default/files/fysb/mou_508.pdf
Protocole d'accord	Accord signé	Document comprenant les informations d'une charte de projet, mais qui est également signé par les partenaires impliqués pour témoigner de leur consentement et leur engagement vis-à-vis des objectifs fixés.	https://www2a.cdc.gov/cdcup/library/templates/CDC_UP_Project_Charter_Template.doc
Accord de coopération	Accord signé	Comprend les informations ci-dessus, mais inclut également des engagements en termes de ressources de la part des partenaires impliqués (représentées généralement par le salaire du personnel pour le temps consacré au réseau).	https://www.loc.gov/programs/static/national-recording-preservation-plan/tools-and-resources/documents/Cooperative-Agreement-MBRS-project.pdf
Accord de financement	Accord signé	Contrat légal pour transférer des fonds ou d'autres ressources (matériels, personnel, etc.) entre partenaires, afin d'atteindre un objectif fixé.	https://www2.usgs.gov/usgs-manual/500/SM%20500.20_Technology%20Transfer_Figure%20500.20-3.doc

Comment entretenez-vous un réseau de partenaires ?

Une fois que la structure initiale et les documents d'orientation sont établis et que le réseau devient opérationnel, l'entretien du réseau nécessite un engagement continu de la part de l'organisme chef de file, en termes de personnel et de ressources dédiés. Le personnel de coordination du réseau doit continuer à travailler sur les relations avec les partenaires et, à mesure que le réseau se développe, la participation peut s'élargir à des partenaires supplémentaires (les partenaires secondaires décrits ci-dessus). Le personnel de coordination du réseau doit en outre réévaluer le programme régulièrement (au moins tous les cinq ans, mais idéalement chaque année) pour s'assurer que le réseau répond à ses objectifs et que tous les partenaires principaux et essentiels y sont toujours impliqués. Si le réseau ne satisfait pas aux objectifs ou qu'il lui manque des membres appropriés, il convient d'examiner soigneusement la manière d'intégrer de nouveaux partenaires, de se séparer des partenaires qui ne sont plus nécessaires et de surmonter les obstacles à la participation (voir la partie « Surmonter les obstacles associés au partage des données relatives à la santé de la faune sauvage » de ce manuel).

Les réseaux de partenaires les plus efficaces s'efforcent d'intégrer trois principes essentiels : l'*équité*, la *transparence* et le *bénéfice mutuel* (voir la Figure 1). L'*équité* reconnaît le droit de chaque partenaire à « s'asseoir à la table », c'est-à-dire reconnaît que chaque partenaire est un élément important du réseau et a le même droit de participer et de présenter des suggestions. Par exemple, supposons qu'une province dispose d'un personnel dédié à la santé de la faune sauvage et participe activement au réseau de partenaires. Une deuxième province n'a pas de personnel dédié à la santé de la faune sauvage et, bien qu'elle fasse officiellement partie du réseau, ne contribue pas activement de manière régulière. Les deux provinces demandent une aide à l'organisme chef de file durant un événement de santé de la faune sauvage. L'équité consiste à mettre la même aide à la disposition des deux partenaires, même si un des deux a une meilleure relation avec l'entité chef de file.

La *transparence* se définit comme l'ouverture et l'honnêteté en ce qui concerne les décisions, les processus et les relations qui influent sur le réseau de partenaires. Par exemple, dans la réponse ci-dessus, l'organisation chef de file doit indiquer quelle aide elle apporte à chacune des deux provinces et les principaux facteurs qui ont conduit à cette décision. Les bonnes pratiques en matière de transparence suggèrent que les décisions courantes soient clairement exposées dans des documents d'orientation afin que les partenaires puissent comprendre les décisions dans la plupart des situations. Par exemple, l'élaboration de plans de communication peut aider à favoriser la transparence et à rassurer les partenaires sur le fait que les résultats importants relatifs aux maladies de la faune sauvage seront communiqués au moment opportun et de manière appropriée. Les lignes directrices doivent toutefois être suffisamment souples pour s'adapter à l'évolution des situations, aux nouvelles technologies et aux nouvelles maladies émergentes de la faune sauvage. L'organisme chef de file peut tout de même faire des exceptions lors de circonstances exceptionnelles, mais ces exceptions doivent être bien communiquées et documentées.

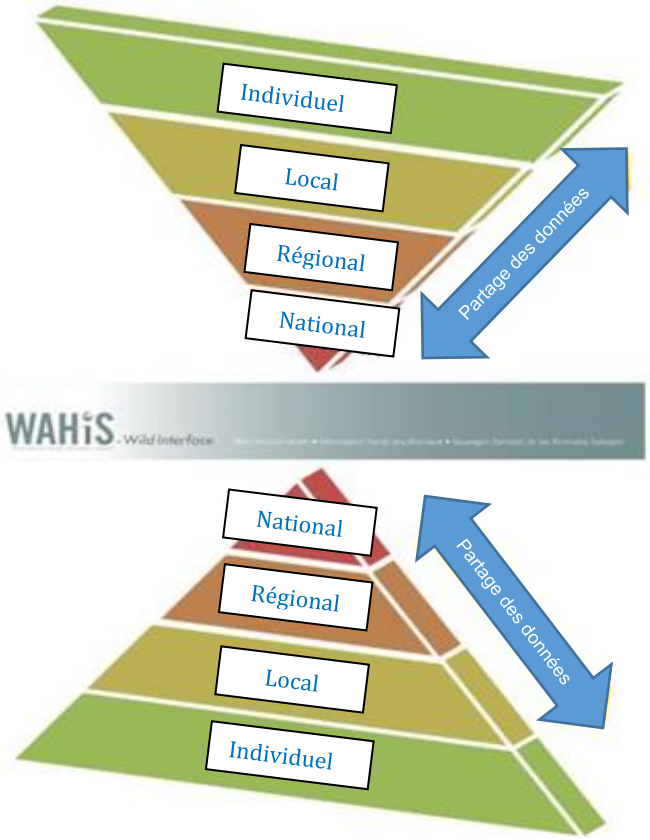


Figure 1. Exemple de flux d'informations au sein et entre les réseaux de partenaires de deux pays pour la communication d'informations relatives à la santé de la faune sauvage.

Enfin, et c'est peut-être le plus important, la relation avec le réseau doit être *mutuellement bénéfique* pour les partenaires et l'organisation chef de file. Des discussions continues avec les groupes de partenaires sont nécessaires lors de la planification, de la mise en œuvre et de la gestion d'un réseau de partenaires, afin de s'assurer que la participation au réseau bénéficie à toutes les parties. Par exemple, le partage des données suit souvent une hiérarchie d'ampleur croissante au sein d'un réseau de partenaires (voir la Figure 1 ci-dessus), le recueil des données commençant au niveau des individus, qui rapportent les observations relatives aux maladies de la faune sauvage aux autorités locales. Ces autorités locales notifient ces informations aux partenaires régionaux et les partenaires régionaux rapportent aux organismes nationaux. Enfin, les organismes nationaux peuvent transmettre ces informations à des organismes internationaux tels que l'OIE. Tout au long de ce processus et à plusieurs niveaux de cette hiérarchie, des données sont compilées et peuvent être analysées pour en dégager des facteurs déterminants ou des tendances. Un moyen pour garantir que les réseaux de partenaires soient mutuellement bénéfiques est de s'assurer que les données rassemblées et les résultats associés soient transmis en retour à tous les niveaux de la hiérarchie et redescendent jusqu'au niveau individuel. Ces informations peuvent alors être utilisées pour des activités de gestion des maladies ou pour mieux sensibiliser à la situation ; elles permettent aux partenaires du réseau de comprendre comment leurs données sont utilisées pour dégager des tendances nationales (voir la partie « Diffusion des données » de ce manuel) et procurent un bénéfice mutuel au réseau national et au générateur de données local.

Il est important d'entretenir la participation dans les réseaux de partenaires de la santé de la faune sauvage, des réglementations ou des ressources contribuant souvent à soutenir les efforts à long terme. Les réglementations peuvent être employées pour appliquer des règles, tandis que les ressources sont souvent utilisées pour encourager les partenaires dans leurs efforts de partage des informations avec le réseau. Un mandat légal selon lequel le diagnostic de certaines maladies à déclaration obligatoire doit être notifié à un organisme chef de file constitue un exemple d'exigence réglementaire. À l'opposé, des ressources peuvent être fournies aux organismes partenaires pour effectuer des tests systématiques pour des maladies importantes, sous réserve qu'ils suivent des protocoles établis de test et effectuent la notification obligatoire des résultats. En l'absence de ces deux facteurs de motivation, les réseaux de partenaires peuvent être maintenus grâce à des relations de partenariat solides, reposant sur une bonne communication et sur les efforts du personnel de coordination du réseau qui s'emploie à garantir l'équité, la transparence et les avantages mutuels.

Les réseaux de partenaires en pratique

Maintenant que nous avons abordé les principes de base intervenant dans le développement et l'entretien de réseaux de partenaires de la santé de la faune sauvage, nous vous proposons des exemples spécifiques de l'application de ces principes qui couvrent l'ensemble du spectre, des structures informelles aux structures formelles, de l'échelle régionale à l'échelle nationale ainsi qu'avec un champ d'application spécifique à une maladie à un champ d'application plus large. Nous avons utilisé une combinaison d'entretiens avec le coordinateur du réseau, d'informations issues de sites Web accessibles au public et de documents publiés afin de répondre aux questions suivantes pour chacun des réseaux :

1. Quels sont les objectifs du réseau de partenaires ?

2. Qui sont les partenaires du réseau ?

3. Comment l'engagement des partenaires dans le réseau est-il entretenu ?

4. Comment le réseau est-il structuré ?

5. Comment les données sont-elles gérées dans votre réseau ?

6. Comment les informations sont-elles partagées ou diffusées auprès des partenaires ?

Le premier exemple porte sur un programme de surveillance des plages des grands lacs, AMBLE, dirigé par l'U.S. Geological Survey National Wildlife Health Center. Ce programme impliquait à la fois les organismes partenaires qui ont aidé à planifier et à coordonner le réseau et des citoyens-chercheurs (ou scientifiques amateurs) qui ont réalisé et enregistré les observations de mortalité. AMBLE est un bon exemple de réseau informel intervenant à l'échelle régionale (le bassin des Grands Lacs des États-Unis) sur une maladie spécifique (botulisme aviaire). Le deuxième exemple de cas met en lumière le Réseau canadien de la santé de la faune (RCSF), un réseau constitué des universités vétérinaires et d'un organisme chef de file à la structure semi-formelle qui tient à jour les données relatives aux événements de mortalité liée à la santé de la faune sauvage au Canada. Le dernier exemple concerne la Wildlife Health Australia, un réseau formel composé de nombreux partenaires issus de plusieurs secteurs de la santé (dont les zoos australiens, le Ministère australien de l'agriculture et d'autres).

Exemple de cas 1 – Réseau de partenaires informel (AMBLE)

Les réponses ont été fournies par Jenny Chipault, technicienne principale du projet AMBLE à l'US National Geological Survey National Wildlife Health Center.

1. Quelle est la mission/quels sont les objectifs du réseau de partenaires ?

L'objectif de AMBLE (Avian Monitoring for Botulism Lakeshore Events - Surveillance aviaire des épisodes de botulisme sur les rives des lacs) était de permettre aux citoyens concernés de surveiller la santé des oiseaux et la situation sur les kilomètres de plage le long des rives du lac Michigan et d'améliorer ainsi la connaissance des tendances en matière de botulisme aviaire.

2. Qui sont les partenaires engagés dans le réseau ?

AMBLE possède deux réseaux connexes et connectés : des organismes partenaires (ceux qui ont aidé à la planification et à la mise en œuvre) et des scientifiques amateurs (ceux qui ont collecté les données). L'organisme chef de file étant basé à plusieurs heures des sites de terrain où était effectué le recueil, nous avons donc activement recruté des organismes locaux responsables des ressources naturelles pour y participer. Les contacts initiaux avec les organismes partenaires potentiels se sont faits par e-mail, par téléphone et lors de rencontres en personne, 15 organismes acceptant finalement d'y participer. Les partenaires comprenaient des organismes de gestion ou des organisations à but non lucratif ayant un intérêt pour les questions relatives à la santé de la faune sauvage ; les motivations à participer de ces organismes étaient de mieux comprendre les foyers de botulisme afin de mieux les gérer et/ou d'être en mesure de répondre aux questions du public relatives à ces foyers. Pour effectuer la surveillance des rives à proprement parler, nous avons activement recruté des groupes de scientifiques amateurs, ce qui était idéal dans les zones à forte densité de population. Nous avons été mis en relation avec les volontaires par le biais de nos organismes partenaires qui, pour recruter des citoyens-chercheurs, ont utilisé les panneaux d'affichage dans des lieux publics, les sites Web, les annonces dans les journaux locaux ainsi que les stations de radio. Ceux qui ont participé étaient disposés à surveiller bénévolement les rivages près de leur domicile, en échange de leur contribution à l'effort collectif visant à résoudre un problème environnemental local. Dans les zones à faible densité de population humaine, nous avons en outre engagé des biologistes locaux pour la surveillance des rives. Les données de tous les groupes et pour toutes les zones ont été recueillies en suivant un protocole commun, de sorte que les résultats soient comparables dans le temps et dans l'espace.

3. Comment l'engagement des partenaires dans le réseau est-il entretenu ?

Nous avons entretenu l'engagement des partenaires grâce à des retours d'informations actifs et cohérents. Nous avons publié des bulletins d'information accessibles, destinés aux scientifiques amateurs ainsi qu'aux organismes partenaires. Nous avons régulièrement informé, via le réseau, des publications, des présentations et de la couverture médiatique résultant des données collectées par le réseau. L'organisation chef de file a beaucoup insisté pour fournir des informations et des avantages aux organisations partenaires, faisant régulièrement des présentations lors de réunions régionales de groupes de scientifiques amateurs. Nous avons organisé des ateliers annuels avec des partenaires où la présence physique était requise, afin de montrer notre engagement dans ce projet et de nous assurer que les partenaires disposaient de résumés à jour des résultats. Enfin, nous avons valorisé les efforts des scientifiques amateurs en remettant des prix à la fin de chaque saison, par exemple à la personne ayant signalé l'oiseau le plus rare pendant son suivi ou à la personne ayant recueilli le plus de carcasses. Les scientifiques amateurs ont eu l'occasion de donner leur avis par le biais d'une fiche d'évaluation distribuée à la fin de chaque saison, le programme étant ajusté en tenant compte de leurs suggestions.

4. Comment le réseau est-il structuré ?

Les résultats du réseau devaient répondre aux besoins en matière de recherche et de gestion de nos partenaires essentiels, dont notamment un groupe inter-institutions de chercheurs financé par une subvention de la Great Lakes Restoration Initiative – GLRI (initiative de restauration des Grands Lacs). Pour y parvenir de façon efficace, nous avions besoin d'un réseau d'organismes et de scientifiques amateurs (voir la question 2) pour couvrir toute la région des Grands Lacs. Déterminer quels organismes partenaires seraient des organismes principaux ou des organismes secondaires s'est fait de manière naturelle ; certaines organisations ont offert des ressources, tels des lieux pour la formation des scientifiques amateurs ou du temps de travail de leur personnel pour le lancement du programme. Le coordinateur du réseau a entretenu de bonnes relations avec les points de contact de ces organismes principaux et s'est efforcé d'établir et d'entretenir des relations personnelles par le biais d'activités extraprofessionnelles à l'issue des formations ou des ateliers du réseau.

5. Comment les données sont-elles gérées dans le réseau ?

Une grande partie des nombreuses personnes (> 100) recueillant les données n'étant pas des scientifiques professionnels, tous les champs de données ont été expliqués très clairement et accompagnés d'une fiche technique standardisée et d'un protocole écrit. Les collecteurs de données ont également reçu une formation complémentaire et leur participation à la formation a fait l'objet d'un suivi. Dès le début du projet, nous avons développé un portail de données en ligne permettant aux scientifiques amateurs d'entrer leurs données [Aparté : cela contribue à l'assurance qualité, car ceux qui recueillent des données sont plus susceptibles de déceler des erreurs lorsqu'ils les saisissent]. Le portail a été conçu pour être convivial et pour reproduire la fiche technique standardisée. L'accès aux données des utilisateurs était contrôlé selon des rôles et des autorisations intégrés au portail de données qui alimentaient une base de données centralisée hébergée par l'organisme chef de file. Le personnel de coordination du réseau de l'organisme chef de file a réalisé les contrôles de qualité des données et a effectué un suivi auprès des volontaires portant sur les valeurs inhabituelles. Le portail de données est toujours actif et peut être consulté sur ce lien : *https://www.nwhc.usgs.gov/amble/*.

6. Comment les informations sont-elles partagées ou diffusées aux partenaires ?

Le personnel de coordination du réseau a envoyé au groupe par courrier électronique des bulletins d'information et des annonces relatives aux présentations, aux publications ou à la couverture médiatique, et a organisé des ateliers annuels pour les organismes partenaires et les scientifiques amateurs. En outre, les données et les informations ont été publiées sur le site Web du réseau. Les données recueillies ont été utilisées dans quatre articles révisés par des pairs ainsi que dans une douzaine de présentations au moins.

Exemple de cas 2 - Réseau de partenaires semi-formel (RCSF)

Les réponses ont été résumées à partir des informations du site Web du RCSF (http://www.cwhc-rcsf.ca/) ainsi que des réponses aux demandes d'information envoyées par courrier électronique à Craig Stephen, Directeur général du RCSF, et à Patrick Zimmer, Chef des opérations du RCSF.

1. Quelle est la mission/Quels sont les objectifs du réseau de partenaires ?

Le Réseau canadien pour la santé de la faune (RCSF) se consacre à produire les connaissances nécessaires pour évaluer et gérer la santé de la faune sauvage et à travailler avec d'autres pour s'assurer que ces connaissances soient mises en pratique en temps opportun.

2. Qui sont les partenaires du réseau ?

Un partenariat réunissant les cinq facultés de médecine vétérinaire du Canada et l'Animal Health Centre (Centre de santé animale) de la Colombie-Britannique est au cœur du RCSF. Il s'agit là des partenaires primaires qui aident à planifier et à exploiter le réseau. Les partenaires secondaires constituent les ramifications partant de ce cœur ; ils appartiennent au secteur public ainsi qu'au secteur privé, ce qui nous permet d'avoir accès aux compétences essentielles nécessaires pour détecter et évaluer les problématiques de santé de la faune sauvage et de nous assurer que nos résultats arrivent jusqu'aux personnes qui doivent prendre des décisions en matière de gestion et d'utilisation de la faune sauvage, de santé publique et d'agriculture.

3. Comment l'engagement des partenaires est-il entretenu dans le réseau ?

Les partenaires primaires du RCSF générant la plus grande partie des données, les partenaires secondaires de ce réseau décentralisé (provinces/territoires) comptent sur le RCSF soit pour fournir le programme principal de surveillance de la faune sauvage pour leur juridiction, soit pour renforcer les programmes de surveillance existants. En général, le RCSF est un fournisseur de données, répondant à de nombreuses demandes de données émanant de partenaires gouvernementaux ou d'autres chercheurs. En tant que Point focal désigné de l'OIE pour la faune sauvage au Canada, le RCSF est tenu de transmettre tous les six mois à l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) des données agrégées relatives à certaines maladies. Dans les cas où nous recueillons/rapportons des données que nous ne produisons pas nous-mêmes, le fournisseur de données les transmet car il croit en sa contribution à une sensibilisation régionale et nationale et une veille sanitaire plus larges. Les connaissances supplémentaires qu'apporte la participation à un programme plus large, la communication centralisée, la transmission et la gestion des données ne nécessitant pas de réplication (d'où des économies) et une aide à la prise de décision grâce à une sensibilisation accrue constituent les principales incitations à participer au réseau.

4. Comment le réseau est-il structuré ?

Le RCSF n'a pas de mandat législatif, mais nous avons élaboré, ces 25 dernières années, un programme national pour le Canada, basé plus ou moins sur les engagements verbaux et la bonne volonté. Compte tenu de sa position et de ses partenariats, le RCSF sert de point focal pour coordonner et faire le lien entre les programmes, les priorités et les informations fédéraux, provinciaux et territoriaux. Notre rôle de pilote, de secrétaire et de facilitateur pour l'élaboration de stratégies et de plans nationaux destinés à faire face aux défis associés à la santé de la faune sauvage y est inclus.

5. Comment les données sont-elles gérées dans le réseau ?

Le RCSF dispose d'une base de données centralisée pour recueillir et traiter les données, principalement les données générées par les partenaires des universités vétérinaires.

6. Comment les informations sont-elles partagées ou diffusées aux partenaires ?

Le RCSF produit des rapports trimestriels, des rapports annuels, des bulletins d'information, des fiches d'information et d'autres documents de communication. Il fournit également des données, une surveillance et une expertise technique, à la demande des partenaires et des groupes d'utilisateurs. Le bureau central fournit un support en matière de communication et de médias sociaux. Les membres du RCSF basés dans les universités publient des données et des résultats dans des publications révisées par des pairs.

Exemple de cas 3 - Réseau de partenaires formel (WHA)

Les réponses ont été résumées à partir des informations figurant sur le site Web du WHA (https://www.wildlifehealthaustralia.com.au/Home.aspx) ainsi que des documents et des réponses transmis par courrier électronique aux demandes d'informations formulées par Tiggy Grillo, Coordinatrice nationale et Point focal australien de l'OIE pour la santé de la faune sauvage.

1. Quelle est la mission/Quels sont les objectifs du réseau de partenaires ?

Wildlife Health Australia (WHA) est l'organisme suprême pour la santé de la faune sauvage en Australie. Nos principaux objectifs sont la protection et la mise en valeur du milieu naturel. Nous établissons des liens, informons et soutenons les personnes et les organismes qui travaillent sur la santé de la faune ou qui s'intéressent à celle-ci et fournissons des orientations, une coordination, des conseils techniques, des médiations, des communiqués ainsi qu'un soutien professionnel. Par nos activités, nous contribuons également à connecter les secteurs de l'environnement, de la santé animale et de la santé publique. Nous fournissons un cadre qui nous aide à protéger et à améliorer notre milieu naturel en identifiant, évaluant, exprimant et gérant mieux les risques associés aux maladies de la faune sauvage en Australie. Ce cadre aide l'Australie à mieux identifier, évaluer, exprimer et gérer ces risques. Nous fournissons le cadre pour le système général de surveillance de la santé de la faune sauvage d'Australie.

2. Qui sont les partenaires du réseau ?

Wildlife Health Australia (WHA) possède un réseau de plus de 700 professionnels de la santé de la faune sauvage, citoyens ou particuliers ayant un intérêt pour la santé de la faune sauvage, ainsi que pour la protection et l'amélioration du milieu naturel d'Australie. Notre réseau comprend des représentants des organismes fédéraux, étatiques et territoriaux, des agences de santé agricole et humaine ainsi que des industries, des universités, des zoos, des cliniques spécialisées dans la faune sauvage, des praticiens privés, des groupes de soins de la faune sauvage, des chasseurs et des pêcheurs, des services de pathologie diagnostique et des citoyens. Les partenaires primaires pour la surveillance comprennent tous les Etats ou territoires ainsi que l'Australian Antarctic Division (Division antarctique australienne), chacun ayant un coordinateur du WHA nommé par le vétérinaire en chef de l'Etat ou du territoire et basé au Ministère de l'agriculture. Il y a également un point de contact correspondant au sein du Ministère de l'environnement de chaque Etat ou territoire. Des partenaires supplémentaires ont été intégrés par étapes, avec en premier lieu la mise en place d'une collaboration avec la Zoo and Aquarium Association (Association des zoos et aquariums) qui regroupe 10 hôpitaux spécialisés dans la faune sauvage basés dans des zoos. Les partenaires supplémentaires ajoutés plus récemment sont notamment huit hôpitaux et cliniques spécialisés dans la faune sauvage et sept cliniques et/ou départements de pathologie vétérinaires universitaires.

3. Comment l'engagement des partenaires dans le réseau est-il entretenu ?

Wildlife Health Australia (WHA) encourage la participation des groupes partenaires en développant des relations basées sur la confiance et des réseaux qui privilégient l'écoute, la communication bidirectionnelle (transparence), le co-investissement et la confiance dans le système, en facilitant la compréhension des différentes perspectives (politiques, sociales, éthiques et/ou commerciales), en s'assurant que les partenaires obtiennent ce dont ils ont besoin en retour (bénéfices mutuels) et en fournissant de manière proactive des informations aux partenaires. Instaurer la confiance prend du temps. Il est essentiel de pouvoir présenter des résultats probants d'une gestion appropriée des données sensibles et confidentielles. Le délai pour établir la confiance nécessaire à obtenir des données de différents groupes de parties prenantes peut être long (et se compter parfois en années). Le personnel du WHA se fait en outre un devoir de remercier ses partenaires, de respecter la confidentialité et la propriété intellectuelle de ceux-ci et de reconnaître leurs contributions. Enfin, le WHA fournit une aide à la formation, un soutien administratif aux partenaires qui contribuent aux données et a accès à des fonds pouvant aider à soutenir des enquêtes importantes sur les maladies.

4. Comment le réseau est-il structuré ?

WHA est une association constituée en personne morale sans but lucratif, enregistrée en vertu de l'Associations incorporation Act (2009) en Nouvelle-Galles du Sud (Australie), mais il opère à l'échelle nationale. Le WHA est un organisme de bienfaisance enregistré qui élargit les activités de l'Australian Wildlife Health Network – AWHN (Réseau australien de santé de la faune sauvage) et est administré selon les principes de bonne gouvernance organisationnelle. Un comité de gestion élu (Conseil) supervise ses activités.

5. Comment les données sont-elles gérées dans le réseau ?

WHA administre la base de données électronique nationale du Wildlife Health Information System - eWHIS (système d'information sur la santé de la faune sauvage), une base de données sécurisée adaptée au Web où sont saisies les informations relatives à la surveillance de la santé de la faune sauvage et aux enquêtes sur les maladies en Australie. WHA reçoit des données relatives à la santé de la faune sauvage provenant de sources tant gouvernementales (notamment des agences étatiques et territoriales de l'agriculture, de l'environnement et de la santé) que de sources extra-gouvernementales (telles que chercheurs universitaires, hôpitaux de zoos spécialisés dans la faune sauvage et vétérinaires praticiens privés). Parmi les autres sources figurent l'Australian Registry of Wildlife Health (Registre australien de la santé de la faune sauvage), des projets spécifiques ciblés, tel le programme de surveillance de l'influenza aviaire des oiseaux sauvages, et des ensembles de données nationaux tels que les tests pour le Lyssavirus de la chauve-souris australienne. WHA rassemble et trie les données dans eWHIS pour s'assurer qu'elles sont aussi exactes que possible.

6. Comment les informations sont-elles partagées ou diffusées aux partenaires ?

Des téléconférences trimestrielles, des rapports trimestriels, des fiches d'information et des résumés hebdomadaires sont élaborés pour informer les partenaires des activités en cours et des événements liés à la santé de la faune sauvage. Le WHA met l'accent sur une bonne communication, sur le maintien de la confiance des partenaires et de la confidentialité des données transmises. Le WHA fournit également un soutien aux mesures de réponse lors de foyers de maladie, par le biais de conseils d'experts, d'une assistance à la diffusion de messages approuvés et de possibilités de financement.

Conclusion

Même si chacun des exemples de cas ci-dessus présente des structures, des champs d'applications et des objectifs différents, il existe certaines similitudes dans la façon dont ils ont répondu aux six questions. Les trois réseaux ont notamment souligné l'importance de la communication et du partage de l'information avec les partenaires, sur une base régulière et en temps réel - un des moyens principaux pour que le réseau offre des *bénéfices mutuels* aux groupes partenaires. De plus, les trois réseaux bénéficient d'un fort engagement de la part de leurs partenaires, entretenant des relations de confiance avec eux et répondant aux besoins de ceux-ci - un moyen important pour obtenir *l'adhésion des partenaires* et entretenir leur participation au réseau. Dans le premier exemple, les organisateurs d'AMBLE ont consacré un temps et des efforts considérables à recruter des scientifiques amateurs - ce qui leur a permis d'avoir les *partenaires appropriés* - pour que le réseau soit un succès. On peut dire la même chose à plus grande échelle pour le troisième exemple, où des partenaires secondaires sont continuellement intégrés afin d'étendre et renforcer le réseau existant. Enfin, sur la base des objectifs du réseau de partenaires, ces trois exemples ont été *personnalisés* pour atteindre efficacement les objectifs fixés. Ces quatre caractéristiques, personnalisation, partenaires appropriés, adhésion des partenaires et bénéfice mutuel, sont des composantes essentielles à la réussite des réseaux de partenaires dans le domaine de la santé de la faune sauvage.

Recueil et traitement des informations relatives à la santé de la faune sauvage

Bien que la plupart des professionnels de la santé de la faune sauvage reçoivent une formation sur la manière de recueillir des données pour un projet ou un objectif de recherche spécifique, peu d'entre eux reçoivent une formation officielle en gestion des données. Dans cette section, nous proposons un aperçu général de certains concepts de base que nous estimons utiles pour traiter les informations relatives à la santé de la faune sauvage. Notre intention est de souligner l'importance de prendre en considération la manière dont les données sont gérées et stockées, afin qu'elles puissent être utilisées et partagées plus facilement pour des initiatives en matière de santé de la faune sauvage. Des informations plus détaillées sur ces sujets peuvent être trouvées dans des manuels (par exemple Briney 2015) ou des ressources en ligne consacrées à la gestion des données. Les objectifs spécifiques de cette section sont de :

- Fournir une vue d'ensemble du cycle de vie de la gestion des données servant de canevas utile à la compréhension de nombreux concepts plus généraux nécessaires au traitement des informations relatives à la santé de la faune sauvage ;
- Etudier le besoin d'établir des champs de données communs et de les définir lors de la surveillance des maladies de la faune sauvage ;
- Décrire les dictionnaires de données et les méthodes courantes utilisées pour élaborer les métadonnées ;
- Donner une vue d'ensemble des techniques d'assurance qualité et de contrôle qualité, couramment utilisées dans la gestion des données ;
- Décrire les bonnes pratiques à respecter pour le stockage des données, notamment l'importance de stocker les données dans des formats lisibles par des machines ou les avantages du stockage des données dans des bases de données par rapport à leur stockage dans des feuilles de calcul ;
- Proposer une liste de logiciels en accès libre gratuits pouvant être utilisés pour stocker et gérer des informations relatives à la santé de la faune sauvage.

Cycle de vie de la gestion des données

La gestion de données comporte un certain nombre d'étapes qui sont souvent appelées cycle de vie des données. Les six éléments principaux du cycle de vie de données sont décrits dans la Figure 2 ci-dessous, les flèches bleues sous les zones de texte correspondant aux aspects de gestion de données qui doivent s'appliquer tout au long du cycle de vie (Faundeen et al. 2013).

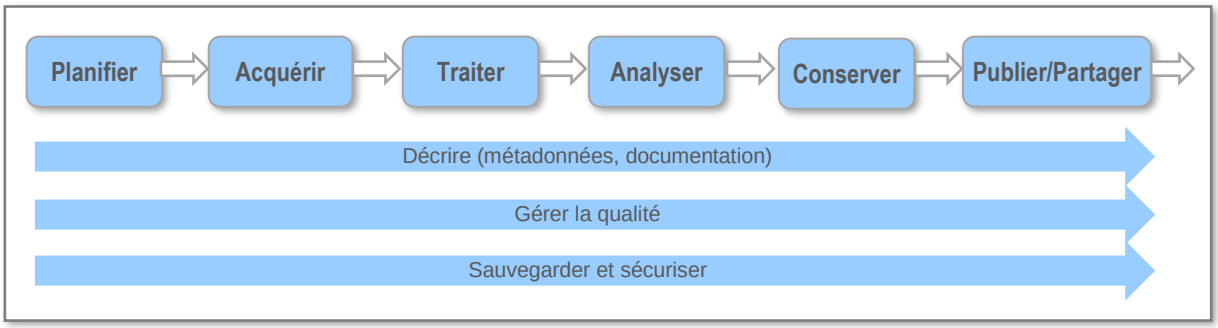


Figure 2. Les six éléments du cycle de vie des données

La première phase, phase de *planification*, consiste notamment à déterminer en quoi le recueil de données est nécessaire, quelles données doivent être collectées, comment elles seront utilisées pour répondre aux questions et quels standards doivent leur être appliqués (par exemple, terminologie, unités de mesure, échelle spatiale). Selon notre expérience, la phase de *planification* n'est pas toujours

prise pleinement en compte, car les scientifiques sont souvent plus intéressés à débuter la phase d'*acquisition* durant laquelle le recueil des données d'intérêt est effectué. Pendant la phase de *traitement*, les données doivent être vérifiées, organisées et transformées en données de sortie appropriées à une utilisation ultérieure. La phase d'*analyse* est utilisée pour identifier des tendances, élaborer des explications et tester des hypothèses. L'action la plus couramment entreprise pendant la phase de *conservation* est le stockage des données sur des ordinateurs individuels ou des disques durs externes, mais peut également inclure l'archivage de données. Lors de la phase de *publication/partage*, les données sont mises à disposition du public ou d'autres organismes, directement (par exemple, envoi de données à l'OIE) ou indirectement (par exemple, mise à disposition de données dans une banque de données). La *description*, la *gestion de la qualité*, la *sauvegarde et la sécurisation* sont également des aspects extrêmement importants de la gestion des données, comme indiqué par les flèches longues de la Figure 2 ci-dessus ; ces processus doivent être pris en considération dès la phase de planification et appliqués tout au long du cycle de vie.

Bien que toutes les étapes du cycle de vie des données soient importantes, nous nous concentrerons principalement dans cette section sur les méthodes pouvant être utilisées pour *planifier, traiter, conserver, décrire* et *gérer la qualité* d'informations relatives à la santé de la faune sauvage, afin de garantir que les données recueillies par de nombreux partenaires puissent être combinées et utilisées pour la surveillance régionale et nationale de la santé de la faune sauvage. Diverses méthodes et activités utilisées pour l'acquisition et l'analyse des données sur la santé de la faune ont été discutées lors du 4e cycle d'ateliers de l'OIE : Enquêtes sur les foyers de maladies de la faune sauvage. Les activités associées aux enquêtes portant sur les foyers sont souvent réalisées par des partenaires multiples issus de milieux variés (par exemple, chasseurs, vétérinaires, citoyens et agents de centres de réadaptation de la faune sauvage) à l'intérieur d'un pays. Le développement de réseaux de partenaires de la santé de la faune sauvage constitue le sujet de la section précédente. Certaines approches de base pour la *publication*/le *partage* des données seront exposées dans la dernière section de ce manuel intitulée « Diffusion des données ».

Planifier des données relatives à la santé de la faune sauvage

Établir des champs de données primaires

Un principe de base lors de la combinaison de plusieurs ensembles de données est que les informations recueillies soient similaires. Comme décrit dans le 4e cycle d'ateliers de l'OIE, la plupart des enquêtes portant sur des foyers de maladies de la faune sauvage cherchent à trouver des réponses aux questions du « qui » (quelle population est affectée), « quoi » (l'étiologie de la maladie), « où » (l'extension géographique du problème) et « quand » (chronologie de l'épisode) d'un événement de maladie de la faune sauvage. Les champs de données primaires habituellement utilisés pour obtenir les réponses à ces questions comprennent :

- la localisation de l'événement
- les dates de début et de fin de la morbidité et de la mortalité observées
- les espèces affectées
- le nombre d'animaux affectés
- les signes cliniques observés chez les animaux affectés
- les diagnostics
- le laboratoire où les tests diagnostics ont été effectués
- les contacts : personne(s) notifiant l'événement et ses/leurs coordonnées au cas où des informations supplémentaires seraient nécessaires

Définir des champs de données primaires

Pour permettre une surveillance mondiale optimale de la santé de la faune sauvage, il faudrait idéalement disposer d'un ensemble de définitions universellement acceptées pour ces champs de données primaires, afin de garantir une compréhension commune de la terminologie et des méthodes de mesure. Toutefois, comme il n'existe actuellement pas de standards mondiaux pour la plupart des champs de données, il est extrêmement important que chaque collecteur de données documente de

quelle manière il a défini et mesuré les informations de chaque champ. Cela sera idéalement réalisé *avant* que les données ne soient recueillies. Bien que certains standards de données puissent être appliqués après leur collecte, ou même après qu'elles ont été partagées, cela s'avère plus compliqué et demande plus de temps que de les appliquer au moment du recueil. Dans certains cas, il peut être impossible d'acquérir les informations nécessaires à partir des données si le standard n'a pas été appliqué au moment du recueil. Par exemple, si des données de localisation exactes sont nécessaires (telles que la latitude et la longitude) mais que seul le comté, la province ou une description générale de la localisation a été recueillie par le partenaire, cela peut limiter l'utilité des données. Notez que certaines normes telles que la date, l'heure et les codes de pays, peuvent déjà être disponibles : voir le site de l'Organisation internationale de normalisation (ISO) *https://www.iso.org/fr/home.html.* Permettre aux partenaires d'émettre des suggestions sur la terminologie peut toutefois favoriser l'adhésion, l'acceptation et l'utilisation de standards pour la terminologie courante. Certaines options et considérations pour définir les champs les plus courants sont décrites ci-dessous.

Localisation de l'événement : bien que la définition de localisation puisse paraître simple, il est important de préciser l'échelle et la précision des informations de localisation recueillies. La latitude et la longitude fournissent l'estimation la plus précise d'une localisation et peuvent être consultées avec la plupart des smartphones ou des appareils mobiles dotés de GPS. La spécification des préférences pour les formats (par exemple, degrés décimaux, degrés-minutes-secondes) et pour le système géodésique (par exemple, WGS 84, NAD 83, ETRS 89) réduira le temps nécessaire pour faire des conversions une fois les données reçues. Demander des informations supplémentaires sur la localisation, comme le nom du parc, du plan d'eau, de la ville ou d'autres points de repère, peut également être utile, en particulier si la distribution des animaux affectés couvre une grande échelle spatiale. En cas d'inquiétudes concernant des informations confidentielles de localisation, de préoccupations en matière de conservation (par exemple, la localisation exacte d'espèces en péril peut ne pas être souhaitable) ou de problèmes d'accès à des propriétés privées, les localisations exactes peuvent être remplacées par des localisations à des échelles spatiales plus larges (par exemple, comté, province, Etat, pays) ou arrondies à une ou deux décimales (lorsque des degrés décimaux sont utilisés), avant que les données ne soient diffusées plus largement.

Date de début et de fin de la morbidité et de la mortalité observées : pour la plupart des ensembles de données relatives à la santé de la faune sauvage, les dates de début et de fin de l'événement de maladie seront estimées, car il est peu probable que le premier ou le dernier cas de la maladie soit directement observé. Néanmoins, ces dates restent essentielles pour établir les cycles chronologiques des événements et comprendre s'ils évoluent avec le temps. Le format privilégié pour la date doit être spécifié (voir l'exemple détaillé des différents formats de date plus loin dans cette section).

Espèces affectées : les espèces affectées désignent habituellement toutes les espèces pour lesquelles des animaux morts ou malades ont été observés dans un lieu donné au cours d'un événement. De nombreuses espèces ayant des noms communs qui varient selon la région ou la langue, l'utilisation des noms scientifiques comme standard pour ce champ de données peut aider à garantir la cohérence des notifications. Toutefois, même les noms scientifiques sont sujets à des modifications lorsque de nouvelles découvertes en matière de classification systématique sont faites, de sorte que l'utilisation pour identifier les espèces d'un système tel que le numéro de série taxonomique (Taxonomic Serial Number –TSN), du Système d'information taxonomique intégré – SITI (Integrated Taxonomic Information System - ITIS) (ITIS, TSN : *http://www.itis.gov*) peut être utile. Pour chaque nom scientifique, le SITI indique l'autorité, l'affiliation taxonomique, les noms vernaculaires associés, un numéro de série taxonomique unique, des informations sur les sources de données (publications, experts, etc.) et des indicateurs de qualité des données. Un autre avantage de l'utilisation d'un système établi tel que le SITI est que les modifications relatives aux informations taxonomiques sont suivies dans la base de données SITI, de sorte que si un nom scientifique change, vous pouvez voir son historique et déterminer si des modifications similaires doivent être appliquées à votre base de données ou aux requêtes impliquant cette espèce. Bien que le SITI soit initialement consacré à la catégorisation et au suivi des taxons d'Amérique du nord, l'objectif est d'étendre sa couverture géographique au monde entier.

Nombre d'animaux affectés : le nombre d'individus affectés renvoie habituellement au décompte du nombre d'animaux morts et malades durant un évènement, pour une espèce et une localisation données. Des champs séparés pour indiquer le nombre de malades et de morts pour chaque espèce peuvent être utilisés s'il est important de faire la distinction entre les deux. Un décompte total de tous les animaux affectés peut être effectué à partir des nombres rapportés pour chacune des espèces. Pour de nombreuses localisations et types de végétation, le dénombrement réel d'animaux affectés peut être difficile à réaliser, une estimation du nombre de sujets touchés pouvant être plus facile à obtenir. Toutefois, les probabilités de surestimation ou de sous-estimation variant d'un chercheur à un autre, il est important de mentionner dans la base de données et dans les métadonnées que ces valeurs sont des estimations. Des estimations peuvent également être établies à l'aide de modèles dynamiques de population pour les animaux non marqués, tels que le double comptage ou les méthodes d'échantillonnage par la distance (distance sampling). L'avantage de ces méthodes est que la probabilité de détecter un sujet malade/mort est estimée directement, ce qui permet une correction pour les individus manquants et permet que le nombre estimé d'individus soit accompagné par une mesure de précision.

Signes cliniques : pour émetre une hypothèse sur la cause éventuelle de l'événement avant d'effectuer les tests diagnostics, des variables telles que les signes cliniques peuvent être utilisées conjointement à d'autres variables comme l'espèce. Toutefois, les signes cliniques ne sont pas toujours spécifiques à une maladie et peuvent être difficiles à standardiser ; ils doivent donc être utilisés avec prudence lors de la notification et pour les analyses.

Le recueil d'informations sur les signes cliniques peut également être utile pour la notification à l'OIE des maladies non listées. Par exemple, les personnes qui saisissent des données dans WAHIS-*Wild* sont invitées à « saisir, pour chaque maladie, infection ou infestation et pour chaque catégorie d'espèces (espèces domestiques, faune sauvage), un des codes d'occurrence suivants. Si aucune information n'est disponible sur une maladie listée par l'OIE, veuillez sélectionner le code d'occurrence « aucune information » dans l'application de notification en ligne WAHIS ou indiquer « … » sur le formulaire papier. ». Des exemples de codes d'occurrence de l'OIE pour WAHIS-*Wild* sont présentés ci-dessous.

Codes d'occurrence de l'OIE indiquant la présence d'une maladie chez des espèces domestiques ou dans la faune sauvage

Présence de la maladie	+	La maladie est présente avec des signes cliniques dans tout le pays (chez des espèces domestiques ou dans la faune sauvage).
Présence de la maladie limitée à une ou plusieurs zones	+0	La maladie est présente avec des signes cliniques et sa présence limitée à une ou plusieurs zones/un ou plusieurs compartiments (chez des espèces domestiques ou dans la faune sauvage).

Codes d'occurrence de l'OIE indiquant la présence de l'infection ou de l'infestation sans signes cliniques chez des espèces domestiques ou dans la faune sauvage

Infection/infestation	+?	Infestation ou infection confirmée par des tests diagnostiques, mais pas de signes cliniques observés (chez des espèces domestiques ou dans la faune sauvage).
Infection/infestation limitée à une ou plusieurs zones	+?0	Infestation ou infection confirmée par des tests diagnostiques, mais pas de signes cliniques observés et présence limitée à une ou plusieurs zones/un ou plusieurs compartiments (chez des espèces domestiques ou dans la faune sauvage).

Diagnostic : mettre à disposition une liste de diagnostics peut aider à standardiser la terminologie diagnostique à privilégier (par exemple, Infection à *Batrachochytrium dendrobatidis versus* chytridiomycose) et à informer les partenaires des diagnostics présentant un intérêt dans un objectif de notification. L'OIE tient à jour une liste de maladies des animaux sauvages qui ne figurent pas sur la liste officielle de l'OIE, mais qui ont été sélectionnées pour être surveillées par le Groupe de travail de l'OIE sur les maladies de la faune sauvage. Les maladies inclues dans cette liste le sont en raison de leur importance pour les animaux sauvages et à des fins d'alerte précoce pour protéger la santé humaine et la santé de la faune sauvage. Cette liste peut être consultée par ce lien :

http://www.oie.int/wahis_2/public/wahidwild.php/Diseaseinformation/popup/diseaselist

Si vous sollicitez des données auprès de partenaires, vous devez préciser si vous êtes intéressé uniquement par les cas confirmés ou tant par les cas suspectés que par les cas confirmés pour une maladie spécifique. Il est également extrêmement important de définir si les partenaires doivent déclarer la cause du décès pour tous les animaux examinés individuellement ou seulement le diagnostic principal, établi pour la majorité des animaux affectés lors d'un événement (c'est à dire le diagnostic *de l'événement*). Voir le WHISPers pour un exemple de système de notification d'événements qui rapporte les diagnostics *de l'événement* : *https://www.nwhc.usgs.gov/whispers/*.

Enfin, il est essentiel de s'assurer que les critères utilisés pour établir les diagnostics ont été appliqués de manière cohérente chez les animaux impliqués lors d'un même événement, ainsi que pour tous les événements, dans le temps et dans l'espace. Les définitions de cas telles que définies par l'OIE correspondent à « un ensemble de critères utilisés pour distinguer un cas (animal ou unité épidémiologique) d'un non-cas ». Les définitions de cas incluent généralement un ensemble scientifiquement accepté et clairement défini de critères de terrain, macroscopiques, histopathologiques, de laboratoire et épidémiologiques, utilisés pour affecter un individu dans une catégorie de maladie spécifique à des fins de notification et sont importantes pour décompter et classer de manière cohérente les cas de maladie dans les différentes juridictions. Des définitions de cas ont déjà été établies pour plusieurs maladies affectant des espèces sauvages d'importance pour la santé agricole ou humaine et peuvent avoir un impact sur les échanges internationaux d'animaux ou des produits qui en sont issus. Lorsqu'elle existe, la définition de cas figurant dans le chapitre spécifique du Code terrestre ou aquatique de l'OIE devrait être utilisée (voir *http://www.oie.int/fr/normes/code-terrestre/acces-en-ligne/* et *http://www.oie.int/fr/normes/code-aquatique/acces-en-ligne/*). Si les Codes terrestre ou aquatique ne proposent pas de définition de cas pour la maladie concernée, les critères utilisés pour classer un cas peuvent être basés sur d'autres sources ou générés en interne. Des exemples de définitions de cas de l'OIE et des Services vétérinaires de l'United States Department of Agriculture (USDA) -Animal Plant Health Inspection Service (APHIS) (Département de l'agriculture des États-Unis - Service d'inspection sanitaire des animaux et des plantes) qui décrivent les critères pour classer les individus en tant que cas confirmés ou suspectés peuvent être trouvés ici :

- Coronavirus responsable du syndrome respiratoire du Moyen-Orient (MERS-CoV) : *http://www.oie.int/fr/expertise-scientifique/informations-specifiques-et-recommandations/mers-cov/*
- Infection à Ranavirus : *http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health_standards/aahm/current/chapitre_ranavirus.pdf*
- Infection par le nouveau coronavirus entérique du porc : *https://www.aphis.usda.gov/animal_health/animal_dis_spec/swine/downloads/secd_case_definition.pdf*
- Influenza aviaire hautement pathogène : *https://www.aphis.usda.gov/animal_health/emergency_management/downloads/hpai/case_definition.pdf*
- Virus du Nil occidental : *https://www.aphis.usda.gov/vs/nahss/equine/wnv/case_definition_west_nile_virus_09_15_11.pdf*

Les agents pathogènes dans les exemples de définition de cas ci-dessus affectent la faune sauvage, mais ont également des implications importantes pour la santé humaine ou agricole. Les définitions de cas établies pour des maladies qui n'affectent que la faune sauvage sont moins courantes, certaines ont toutefois été rédigées pour des maladies ayant émergé récemment aux États-Unis d'Amérique, notamment l'infection à *Batrachochytrium salamandrivorans* (White et al. 2016) ou le syndrome du nez blanc chez les chauves-souris (*https://www.nwhc.usgs.gov/disease_information/white-nose_syndrome/Case%20Defintions%20for%20WNS.pdf*). L'utilisation de définitions courantes ainsi que l'élaboration continue de définitions de cas pour les maladies ayant une importance pour la faune sauvage favoriseraient une notification internationale des maladies de la faune sauvage plus cohérente. Habituellement, les définitions de cas incluent les champs suivants :

- Individu, lieu et heure : espèces courantes, tranches d'âge, localisations et périodes de l'année habituellement associées à la maladie ;
- Description diagnostique : observations cliniques, à l'autopsie et à l'examen histopathologique compatibles avec la maladie ;
- Critères de laboratoire pour le diagnostic : résultats diagnostiques ou résultats d'analyses de laboratoire suffisants pour la suspicion ou la confirmation du diagnostic ;
- Critères relatifs au lien épidémiologique : description des liens épidémiologiques, tels que l'échelle géographique ou les données temporelles, qui définissent le lien avec d'autres cas ;
- Catégories pour la classification des cas : les classifications courantes comportent les cas suspectés, probables et confirmés ainsi que les informations diagnostiques et épidémiologiques utilisées comme critères de classification dans chaque catégorie ;
- Références : peuvent inclure la littérature scientifique ou les sites Web des organismes consultés pour élaborer la définition.

L'USGS-National Wildlife Health Center élabore actuellement des définitions de cas pour plusieurs maladies courantes ou émergentes de la faune sauvage aux États-Unis (par exemple le botulisme aviaire, la variole aviaire, la salmonellose aviaire, le choléra aviaire et la maladie fongique des serpents) afin d'améliorer la cohérence de la notification de ces maladies au sein de la communauté de la santé de la faune sauvage. Ces définitions de cas seront partagées en ligne au fur et à mesure de leur développement.

Laboratoire où les tests diagnostics ont été effectués : Le recueil des coordonnées (nom, adresse, e-mail, numéro de téléphone) du laboratoire où un diagnostic a été établi est important, en particulier pour les maladies nouvelles, émergentes ou à déclaration obligatoire, car il peut être justifié d'assurer le suivi des résultats ou des méthodes de test.

Collecteur : le nom et les coordonnées de la ou des personnes qui rapporte(nt) l'événement doivent être recueillies pour chaque événement, au cas où des informations supplémentaires seraient nécessaires. Ce champ est également utile pour la reconnaissance du rôle joué par un partenaire dans la transmission des informations.

Autres champs de données possibles : tout élément d'information implique qu'un partenaire consacre du temps pour le recueil et le partage ; la décision de collecter des champs de données supplémentaires doit donc être envisagée avec précaution, leur utilisation et leur valeur devant être mises en balance avec le risque de diminution du partage d'informations, en raison des efforts supplémentaires demandés aux partenaires. Par exemple, l'enregistrement de la classe d'âge des animaux affectés peut être utile pour établir un diagnostic de suspicion précis, car certains agents pathogènes affectent de préférence les jeunes animaux ou les adultes. Relever le sexe des animaux affectés peut également être important car les différences de comportement (par exemple la recherche de nourriture, la nidification ou la défense du territoire) peuvent conduire à des différences dans les taux de mortalité. Toutefois, il est également important de reconnaître que le sexe et l'âge peuvent être difficiles à déterminer chez certaines espèces. Par conséquent, les informations pour ces champs peuvent être peu fiables ou difficiles à standardiser et doivent donc être utilisées avec prudence lors de la notification comme pour les analyses.

Construire un dictionnaire de données

Si vous avez l'intention de combiner des ensembles de données relatives à la santé de la faune sauvage provenant de partenaires multiples, la mise à disposition des partenaires, avant le recueil des données, d'un dictionnaire de données contenant les définitions de champs et les unités de mesure peut contribuer à assurer la cohérence de ces ensembles de données. Les dictionnaires de données vous permettent de définir des variables et de fournir des informations contextuelles qui ne peuvent pas être saisies dans l'ensemble de données lui-même. Ces informations doivent être stockées avec les données afin qu'elles puissent être correctement interprétées par les utilisateurs actuels et futurs du jeu de données. La liste suivante d'informations, souvent saisies dans les dictionnaires de données, a été compilée par Briney (2015) :

- Nom de la variable
- Définition de la variable
- Comment la variable a été mesurée
- Unités des données
- Format des données
- Valeurs minimales et maximales
- Valeurs codées et leur signification
- Représentation des valeurs nulles
- Précision des mesures
- Problèmes connus pour ces données (valeurs manquantes, biais, etc.)
- Relations avec d'autres variables
- Autres notes importantes relatives aux données

Le Tableau 4 ci-dessous est un exemple de dictionnaire de données pour plusieurs des champs clés décrits dans cette section. Les unités et le type de données pour chaque champ ont été spécifiés dans la colonne « Type de données ». Une description détaillée de chaque champ a été présentée dans la colonne « Définition des données ».

Tableau 4. Exemple de dictionnaire de données.

	A	B	C
1	**Nom du champ**	**Type de données**	**Définition des données**
2	Type_d'événement	Nombre entier	1 = morbidité/mortalité : animaux malades ou morts, présentant un lien spatial ou temporel. L'occurrence chez d'animaux isolés est incluse si il y a un intérêt particulier pour l'espèce, l'agent suspecté, la localisation ou la période de l'année (par exemple, une espèce solitaire, une espèce menacée, un possible agent pathogène nouveau, ou une expansion spatiale ou temporelle pour un agent pathogène existant) 2 = surveillance : détection positive d'un agent pathogène durant la surveillance active d'animaux sains en vie, tués par des chasseurs ou euthanasiés (qui n'étaient pas malades avant l'euthanasie)
3	Date_de_début	ISO 8602 YYYMMDD	Date de début de l'événement (en prenant toutes les localisations en compte)
4	Date_de_fin	ISO 8602 YYYMMDD	Date de fin de l'événement (en prenant toutes les localisations en compte)
5	Affectés	Nombre entier	Nombre total d'individus affectés au cours de l'événement. Un décompte des animaux malades et morts, pour un événement de morbidité/mortalité, et un décompte des animaux positifs pour un événement de surveillance.
6	Identifiant_diagnostic	Nombre entier	Identifiant du diagnostic de l'événement. Les clés étrangères renvoient à la table de conversion des diagnostics.
7	Espèces	Nombre entier	Identifiant de l'espèce. Les clés étrangères renvoient à la table de conversion des espèces.
8	Population	Nombre entier	Estimation de la population totale de cette espèce, pour cette localisation (population à risque). Utiliser le nombre maximum atteint au cours de l'événement.
9	Malades	Nombre entier	Décompte réel du nombre d'animaux malades ou blessés de cette espèce, pour cette localisation. Y compris les animaux euthanasiés, le cas échéant. Saisir 0, si le nombre connu est 0 (plutôt que de laisser en blanc). Laisser en blanc si il n'y a pas de décompte. Éviter de décompter plusieurs fois les animaux, en particulier si des visites répétées sont effectuées pour une localisation, afin d'évaluer la santé de la faune sauvage. Prendre en compte si les animaux qui ont été initialement observés comme étant malades, ont ultérieurement été décomptés comme morts ; si c'est le cas, les décompter uniquement comme morts. Les nombres reportés doivent correspondre soit à un instantané de la morbidité/mortalité telle qu'elle a été observée lors d'une visite unique de site, soit à une synthèse des nombres d'animaux affectés au cours de l'événement (par exemple, morts = morts cumulés durant les visites multiples de site et malades = nombre d'animaux toujours malades ou ayant guéri de la maladie, à la fin de l'événement).
10	Morts	Nombre entier	Décompte réel du nombre d'animaux morts de cette espèce, NE PAS inclure les animaux euthanasiés, le cas échéant. Saisir 0, si le nombre connu est 0 (plutôt que de laisser en blanc). Laisser en blanc si il n'y a pas de décompte. Éviter de décompter plusieurs fois les animaux, en particulier si des visites répétées sont effectuées pour une localisation, afin d'évaluer la santé de la faune sauvage. Prendre en compte si les animaux qui ont été initialement observés comme étant malades, ont ultérieurement été décomptés comme morts ; si c'est le cas, les décompter uniquement comme morts. Les nombres reportés doivent correspondre soit à un instantané de la morbidité/mortalité telle qu'elle a été observée lors d'une visite unique de site, soit à une synthèse des nombres d'animaux affectés au cours de l'événement (par exemple, morts = morts cumulés durant les visites multiples de site et malades = nombre d'animaux toujours malades ou ayant guéri de la maladie, à la fin de l'événement).

Traiter des données relatives à la santé de la faune sauvage

Assurance qualité et contrôle qualité

Les deux principaux types d'erreurs de données sont les erreurs par action et les erreurs par omission. Les erreurs par action font référence à la saisie de données incorrectes ou inexactes. Elles peuvent être dues à un instrument défectueux ou à une erreur humaine telle que des fautes de frappe. Les erreurs par omission résultent d'un défaut d'enregistrement des données (DataOne 2012a). Oublier de recueillir une mesure ou sauter accidentellement une ligne ou un champ sur une feuille de calcul, lors de la saisie des données, représentent les erreurs par omission les plus courantes. Un équipement défectueux, tel qu'un GPS se trouvant à court de batterie, peut également être la cause d'erreurs par omission.

Les activités servant à prévenir ou à corriger les erreurs dans un ensemble de données sont habituellement appelées assurance qualité et contrôle qualité. L'assurance qualité fait référence aux processus et méthodes utilisés pour prévenir les erreurs de données, tandis que le contrôle qualité concerne la détection et la correction des problèmes de qualité des données (US Geological Survey 2018). Les procédures de base de l'assurance qualité à prendre en compte *avant* la saisie des données comprennent la mise à disposition de définitions des champs de données (voir les exemples ci-dessus) et la spécification des unités de mesure. Les plans d'assurance qualité peuvent également inclure des instructions détaillées pour la saisie des données qui peuvent être communiquées via des didacticiels en ligne, des formations requérant une présence physique ou des manuels écrits.

Les méthodes utilisées pour éliminer les erreurs *durant* la saisie de données font souvent intervenir la conception même de la base de données. Dans la mesure du possible, des données fragmentées doivent être utilisées, de sorte qu'une seule information figure dans chaque cellule du tableur ou de la base de données. Par exemple, si la localisation de l'événement de mortalité est l'étang A, le parc B, la région C, le pays D, chaque segment de cette localisation doit figurer dans un champ propre. Des éléments multiples d'information contenus dans une seule cellule rendront l'analyse des données plus difficile. Restreindre le type d'informations pouvant être entrées dans une cellule est une autre procédure courante de l'assurance qualité. Par exemple, des tables de conversion ou des menus déroulants peuvent être utilisés pour standardiser les valeurs acceptables ou la terminologie pour des champs de données. Vous pouvez également configurer un champ pour qu'il accepte seulement du texte ou des valeurs numériques, choisir une plage de valeurs que le champ acceptera ou définir un champ pour qu'il n'accepte que des valeurs uniques (plus de détails à ce sujet dans la section sur la création de feuilles de calcul et de bases de données).

La double saisie de données est une autre procédure d'assurance qualité susceptible d'être utilisée lors de la saisie de données. La double saisie de données implique que deux personnes effectuent indépendamment la saisie des données puis qu'un programme informatique examine les deux entrées pour détecter les divergences. Ce processus prend du temps, mais peut en valoir la peine si les données sont extrêmement importantes et qu'il n'est pas possible d'employer d'autres méthodes (DataOne 2012a).

Une étape finale mais importante de l'assurance qualité lors de la saisie des données est la documentation des modifications apportées aux données après leur saisie. Il peut s'agir d'un processus simple, telle la création d'un fichier texte pour accompagner l'ensemble de données ou l'utilisation d'un programme préparé à l'avance qui enregistre les modifications de données, la date et la personne qui a apporté les modifications (DataOne 2012a).

Une fois les données saisies, elles doivent être soumises à des procédures de contrôle de la qualité, comprenant une évaluation des valeurs manquantes ou non valides, qui peuvent être évaluées à l'aide de statistiques de base telles que les moyennes et les erreurs types. Les valeurs aberrantes ou extrêmes peuvent parfois être décelées en triant et en examinant visuellement les données ou grâce à une représentation graphique des données en utilisant des diagrammes de probabilité normale (droite de Henry), des diagrammes de dispersion (nuages de points) ou en soustrayant la moyenne des valeurs individuelles pour un champ de données particulier (DataOne 2012a). Les localisations peuvent être reportées sur une carte, afin de s'assurer que la latitude et la longitude soient correctes.

Vous pouvez consulter des ressources en ligne décrivant des pratiques supplémentaires de gestion de la qualité des données, sur les liens suivants :

- Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) : *http://www.fao.org/docrep/005/ac665e/ac665e07.htm*
- Distributed Active Archive Center for Biochemical Dynamics : *https://daac.ornl.gov/datamanagement/*
- A. D. Chapman. 2004. Principles of Data Quality: Report for the Global Biodiversity Information Facility. Global Biodiversity Information Facility, Copenhagen. *https://www.gbif.org/document/80509/principles-of-data-quality*

Conserver et décrire des données relatives à la santé de la faune sauvage

Stockage des données relatives à la santé de la faune sauvage

Bien que les notes manuscrites prises sur le terrain ou les fiches techniques restent très courantes pour le recueil initial de données, au bout du compte, les données doivent aussi être stockées dans un format « lisible par machine », que vous stockiez des données relatives à la santé de la faune sauvage issues d'un site individuel ou d'un pays entier. « Lisible par machine » est défini comme une information pouvant être lue et comprise par un ordinateur, sans intervention humaine, grâce à son format ainsi qu'à sa structure. Les formats « lisibles par machine » qui sont appropriés pour des types variés de données comprennent notamment :

- Données tabulaires : CSV (comma-separated values - valeurs séparées par des virgules)
- Données textuelles : HTML, texte brut (.TXT), PDF accessibles (le texte est accessible par ordinateur), XML
- Données géographiques : GeoJSON (Geographic JavaScript Object Notation), CSV, KML (Keyhole Markup Language), GML (Geography Markup Language)

« Donnée enregistrée au format électronique » n'a pas la même signification que « donnée lisible par machine ». Les photographies stockées électroniquement ne sont pas lisibles par machine et certains raccourcis de saisie de données utilisés dans les feuilles de calcul ne le sont pas non plus.

Pour illustrer la différence entre les formats lisibles par machine et par l'homme. Plusieurs conventions que les scientifiques utilisent couramment dans les feuilles de calcul pour rendre les données lisibles par l'homme mais qui ne sont pas lisibles par machine sont illustrées dans la feuille de calcul sur la page suivante. Tout d'abord, le surlignage (couleur de remplissage) est utilisé dans cet exemple de feuille de calcul pour indiquer quelles données font partie du même événement. Bien que cela puisse faciliter la visualisation de cette information par une personne, cela n'est pas enregistré d'une manière que l'ordinateur peut lire. Dans l'exemple ci-dessous, les colonnes C et D ont également été masquées afin de signaler que ces informations ne doivent pas être prises en compte dans un résumé, mais l'ordinateur ne sera pas en mesure de distinguer les colonnes cachées des autres colonnes ou de saisir le fait qu'elles ne doivent pas être prises en compte dans un résumé. Bien que les formules (par exemple, la colonne L correspond à la somme des lignes surlignées de la colonne K) constituent un raccourci précieux disponible dans la plupart des feuilles de calcul, les valeurs calculées ne sont pas conservées lorsque les feuilles de calcul sont enregistrées au format de fichiers CSV ; les tableurs peuvent toutefois offrir un moyen de convertir des formules en valeurs calculées. Le dernier exemple pour cette Figure 3 porte sur l'insertion dans le fichier de documentation ou de notes relatives aux données (lignes 1 et 2). Ces informations doivent être intégrées dans des métadonnées ou dans un fichier « LisezMoi » (pour plus d'informations, voir la section sur les métadonnées ci-dessous), mais pas dans le fichier de données.

L5 =SOMME(K5:K16)

	A	B	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Les cellules de la même couleur correspondent au même événement									
2	Priorité 1 = majeure, Priorité 2 = mineure									
3										
4	Evénement - ID	Diagnostic	Priorité	Début	Fin	Comté	Etat	Nom de l'espèce	#Affectés	Mortalité finale
5	2013-048	Choléra aviaire	1	03/09/2013	04/05/2013	Clay	NE	Petite oie des neiges	487	839
6								Grue du Canada	3	
7								Canard chipeau	95	
8								Canard colvert	47	
9								Canard pillet	25	
10								Fuligule à tête rouge	41	
11								Fuligule à collier	7	
12								Erismature rousse	3	
13								Canard souchet	6	
14								Sarcelle à ailes vertes	4	
15								Canard d'Amérique	36	
16								Oie de Ross	85	
17	2013-051	Parasitisme : trématodose (suspicion)	1	03/15/2013	04/30/2013	Yellostone	MT	Canard pillet	12	81
18								Canard souchet	48	
19								Sarcelle à ailes vertes	18	
20								Canard colvert	3	
21	2013-056	Infection bactérienne (suspicion)	2	04/01/2013		Hall	NE	Grue du Canada	11	11

Figure 3. Exemple de feuille de calcul contenant des informations dans un format non lisible par machine

Nous présentons ci-dessous une liste de bonnes pratiques qui doivent être employées lors du stockage de données.

- Utiliser une ligne d'en-tête ;
- Limiter les en-têtes de colonne à 12 caractères ou moins, car elles pourraient être tronquées lorsqu'elles sont exportées dans différents formats de fichier ;
- Créer des en-têtes de champ ou de colonne descriptifs (par exemple, Australia_AvianDiseaseData_06.01.2017). N'utiliser que des lettres, des chiffres et des traits de soulignement dans les en-têtes de colonne. Ne pas utiliser d'espaces, de traits d'union (tirets) ou d'autres symboles de caractère tels que + - & *, car ils peuvent être interprétés comme des opérateurs mathématiques par certains programmes statistiques ;
- Chaque champ ou colonne ne doit contenir qu'un seul type d'information (par exemple, texte ou données de type « chaîne de caractères », nombres entiers) ;
- Utiliser des formats cohérents pour chaque champ (par exemple, toutes les dates doivent être au même format) ;
- Utiliser des codes cohérents (par exemple, si des abréviations sont utilisées pour les noms d'espèces, elles doivent être cohérentes chaque fois qu'une espèce est saisie) ;
- Indiquer quelle notation est utilisée pour les données manquantes. Dans les champs numériques, « 9999 » est souvent employé pour indiquer une valeur manquante. Dans les champs de texte, « NA » ou « N/A » est souvent utilisé comme abréviation des termes anglais « Not applicable » (non applicable) ou « Not Available » (non disponible) ; en français, « ND » peut être employé pour « Non disponible » ;
- Si une feuille de calcul est utilisée, chaque ligne doit être complète. Toutes les cellules de chaque ligne et colonne doivent être remplies, de sorte qu'il n'y ait pas de perte d'informations si les données d'une seule colonne sont triées ;
- Ne pas utiliser le surlignement (ou couleur de remplissage), les zones de texte, les formes ou les graphiques dans la feuille de calcul contenant les données.

Feuilles de calcul

Les feuilles de calcul constituent l'un des moyens les plus courants et les plus simples de saisir et de stocker des données. Elles utilisent des lignes et des colonnes pour composer un tableau qui reproduit plus ou moins une feuille de travail papier. Parmi les exemples de feuilles de calcul en accès libres et gratuites disponibles, on peut citer :

- Feuilles de calcul LibreOffice Calc : *https://www.libreoffice.org/*
- Feuilles de calcul Google Docs Sheets : *https://docs.google.com*
- Feuilles de calcul Apache Open Office Calc : *https://www.openoffice.org/fr/*
- Tableur Gnumeric : *http://www.gnumeric.org/*

Les avantages du stockage de données dans des feuilles de calcul comprennent :

- La possibilité d'effectuer des calculs simples, d'ajouter des formules mathématiques dans les cellules et de créer facilement des figures de synthèse, telles que diagrammes et graphiques ;

- La simplicité d'utilisation pour le suivi de données simples ;
- La flexibilité du type de contenu des cellules (par exemple, des chiffres et du texte peuvent être utilisés dans la même colonne).

Certaines règles de validation des données peuvent être appliquées dans les feuilles de calcul en restreignant le type de données autorisé pour un champ (texte *versus* numérique), la longueur des informations pouvant être entrées dans la cellule (par exemple en spécifiant le nombre de décimales requis pour un champ numérique), ou le format (par exemple dates, heures). Ainsi, la date du 14 mars 2012 peut être représentée comme suit :

- 2012-03-14
- 14 mars 2012
- 12-03-14
- 14-03-12
- 14/03/12
- 14 mars, 2012

Si le format des valeurs saisies dans le champ de date n'est pas déterminé, il sera beaucoup plus difficile d'intégrer plusieurs ensembles de données, même pour ce seul champ. Comme mentionné ci-dessus, essayez dans la mesure du possible d'utiliser des formats normalisés pour chacun des champs pour lequel vous recueillez des données. Ainsi, spécifier le format ISO 8601 à utiliser pour la date (*https://www.iso.org/fr/iso-8601-date-and-time-format.html*) permettra aux utilisateurs de savoir que la première option (2012-03-14) correspond au format choisi.

Proposer aux utilisateurs une liste de choix par le biais de mécanismes tels que des listes de sélection ou des menus déroulants est une autre méthode pour s'assurer de la qualité des données dans les feuilles de calcul. Les menus déroulants réduisent les erreurs d'entrée telles que les fautes d'orthographe et indiquent aux utilisateurs les données dont la saisie vous intéresse et la manière dont elles doivent être présentées. Ainsi, la liste des maladies affectant les animaux sauvages non listées par l'OIE (*http://www.oie.int/wahis_2/public/wahidwild.php/Diseaseinformation/popup/diseaselist*) pourrait être utilisée pour créer une liste de diagnostics dans une feuille de calcul Google Sheet, comme illustré dans la Figure 4.

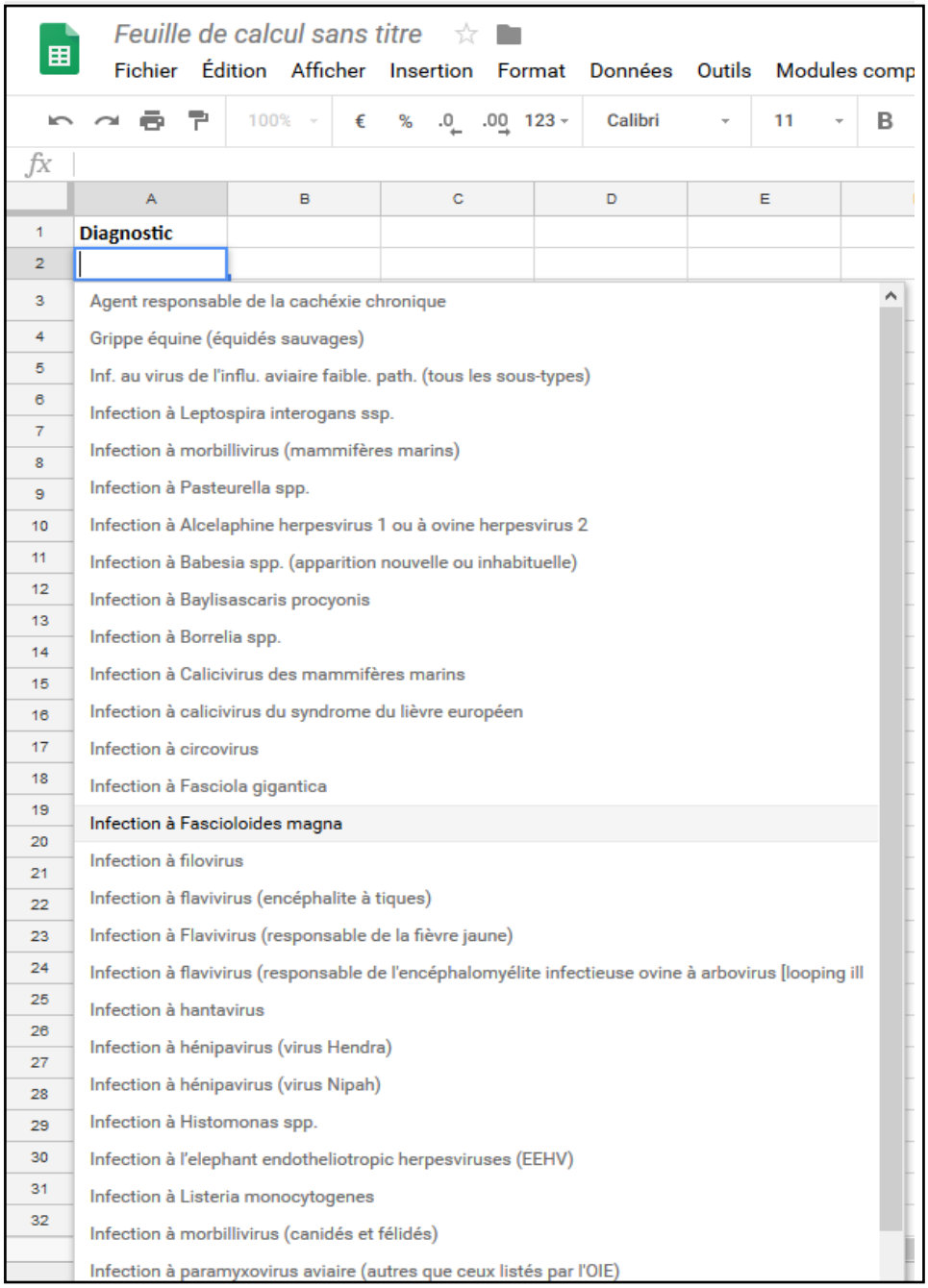


Figure 4. Liste de diagnostics dans une feuille de calcul Google Sheets

Des instructions relatives à la manière de créer des listes déroulantes dans les cellules de différentes feuilles de calcul peuvent normalement être consultées en ligne. Vous trouverez ci-dessous des instructions détaillées pour la création de listes déroulantes dans une feuille de calcul Google Sheets (issues de *https://support.google.com/docs/answer/186103?hl=fr&co=GENIE.Platform=Desktop*) :

1. Ouvrez une feuille de calcul dans *Google Sheets* et sélectionnez-la ou les cellules dans lesquelles une liste déroulante sera appliquée.
2. Cliquez sur **Données > Validation des données**.

3. À côté de « Critères », choisissez une option :

   Liste créée à partir d'une plage : vous permet de créer une liste dans la feuille de calcul, puis de choisir les cellules qui contiennent la liste à appliquer à ces cellules.

   Liste d'éléments : vous permet de saisir manuellement les éléments de la liste. Ils doivent être séparés par des virgules et sans insérer d'espace après celles-ci.

4. Les cellules où la liste a été appliquée présenteront une flèche vers le bas .
5. Si vous saisissez dans une cellule des données qui ne correspondent pas à un élément de la liste, un message d'avertissement, « Refuser la saisie », s'affiche à côté de l'option « En cas de données incorrectes », afin empêcher les utilisateurs d'entrer des éléments ne figurant pas dans la liste.
6. Cliquez sur **Enregistrer**.

Bases de données

Les bases de données présentent un certain nombre d'avantages par rapport aux feuilles de calcul, notamment de permettre l'accès à des utilisateurs multiples et la possibilité de traiter des ensembles de données volumineux et des requêtes de données complexes. Les bases de données ont également beaucoup plus d'options pour les contrôles automatiques d'intégrité des données.

Les avantages du stockage de données dans une base de données comprennent :

- La capacité de stocker de grandes quantités de données ;
- La capacité d'exécuter des requêtes complexes et de générer rapidement des rapports analytiques ;
- La possibilité offerte à des utilisateurs multiples de saisir et de manipuler des données, tout en préservant leur intégrité ;
- La possibilité de créer des frontaux conviviaux qui offrent aux utilisateurs un moyen clair et uniforme de saisir des données ;
- Un contrôle direct sur les types de données (par exemple, le type de données à saisir dans un champ est pris en compte pour tous les champs de données lors de la conception de la base de données) et la possibilité d'appliquer des règles de gestion et des contrôles de validité (par exemple, le nombre d'animaux affectés doit être positif) ;
- La possibilité de définir plusieurs types de liens entre les champs de données et les ensembles de données. Voir ci-dessous des exemples de champs de données relatifs à la santé de la faune sauvage qui peuvent avoir différents types de liens dans une base de données relationnelle ;
- La possibilité de créer des formulaires conviviaux pour que la saisie des données par les utilisateurs soit simple ;
- La possibilité d'incorporer d'autres types de données, telles des images ou des pièces jointes (dans certains cas).

Parmi les exemples de logiciels de base de données en accès libre et gratuits peuvent être cités :

- CUBRID : *https://www.cubrid.org/*
- Firebird : *http://www.firebirdsql.org/en/start/*

- MariaDB : *https://mariadb.org/*
- MongoDB : *https://www.mongodb.com/*
- MySQL : *https://www.mysql.com/fr/*
- PostGreSQL : *https://www.postgresql.org/*
- SQLite : *https://www.sqlite.org/index.html*

À l'instar des feuilles de calcul, les bases de données relationnelles contiennent des tableaux composés de lignes et de colonnes, mais permettent également à l'utilisateur de définir les liens entre les tableaux. Un exemple des types de liens entre les variables pouvant exister dans une base de données relatives à la santé de la faune sauvage est présenté dans la Figure 5 ci-dessous.

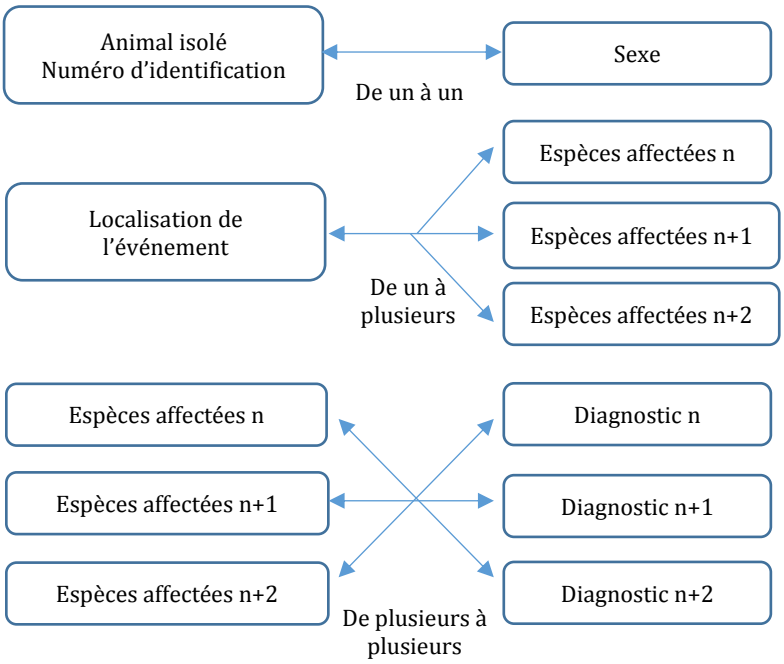


Figure 5. Exemple de différents liens entre des variables

Métadonnées

Pour que les données soient utiles au-delà de leur collecteur d'origine, elles doivent être accessibles, susceptibles d'être communiquées et interprétables. Tous les ensembles de données doivent être stockés avec des métadonnées ou une documentation qui décrit les données. Les métadonnées aident l'initiateur des données à suivre des détails importants concernant celles-ci, à les décrire à de nouveaux utilisateurs potentiels et à faciliter leur recherche et leur récupération si elles sont déposées dans une banque de données.

Les métadonnées peuvent être aussi simples que des fichiers de texte libre de style « LisezMoi » qui sont stockés avec la feuille de calcul ou la base de données. Pour être plus utiles, les fichiers « LisezMoi » doivent contenir au minimum les informations suivantes (adaptées du Cornell Research Data Management Service Group 2018) :

- Le titre de l'ensemble de données ;

- Les coordonnées de la ou des personnes responsable(s) de la collecte des données ;
- La date ou la période durant laquelle les données ont été recueillies ;
- Des informations décrivant la ou les localisations géographiques des données ;
- Si les métadonnées décrivent plusieurs fichiers ou feuilles de calcul, elles doivent brièvement décrire les données contenues dans chaque nom de fichier et la date à laquelle il a été créé ;
- La description de toutes les restrictions ou licences associées aux données ;
- La description des méthodes utilisées pour le recueil des données ;
- La description des méthodes utilisées pour l'analyse des données, chaque fois que des données traitées sont transmises ;
- La liste des variables, y compris les abréviations exprimées en toutes lettres, et les définitions des en-têtes de colonne ;
- Les unités de mesure ;
- Les définitions pour les codes ou les symboles utilisés pour enregistrer les données manquantes.

Il existe également divers formats standardisés, structurés et lisibles par machine pour les métadonnées. Un format de métadonnées standardisé peut être requis pour les données qui seront déposées dans une banque de données. Une norme relative aux métadonnées décrit à la fois le contenu des informations à inclure dans les métadonnées ainsi que le format dans lequel ces informations doivent être stockées.

- Un catalogue par discipline scientifique des normes relatives aux métadonnées est disponible à l'adresse suivante : *http://www.dcc.ac.uk/resources/metadata-standards*
- Un exemple de normes relatives aux métadonnées écologiques peut être trouvé à l'adresse suivante : *https://knb.ecoinformatics.org/#external//emlparser/docs/index.html*

En conclusion, toutes les étapes du cycle de vie de la gestion de données peuvent être rendues plus simples et plus efficaces avec une réflexion portant sur les suggestions présentées dans ce chapitre. Cela permettra ensuite une meilleure utilisation des données et améliorera la qualité et l'utilité des recherches relatives à la santé de la faune sauvage, tant à l'échelle nationale qu'internationale. Une attention particulière portée aux considérations telles que les standards et les définitions des données, l'assurance qualité/le contrôle qualité et le stockage des données, même si cela ne constitue généralement pas le principal centre d'intérêt des enquêteurs, est essentielle pour la production et la conservation de données relatives à la santé de la faune sauvage de haute qualité, partageables et exploitables.

Ouvrages cités

Briney K. 2015. Data Management for Researchers: Organize, Maintain, and Share your data for Research Success. Exeter: Pelagic Publishing, UK.

Cornell Research Data Management Service Group. 2018. Metadata and describing data. Lien : *https://data.research.cornell.edu/content/writing-metadata*. Consulté en avril 2018.

DataOne. 2012. DataONE Education Module: Data Quality Control and Assurance. DataONE. Lien : *http://www.dataone.org/sites/all/documents/L05_DataQualityControlAssurance.pptx*. Consulté en avrill 2018.

Faundeen JL, Burley TE, Carlino JA, Govon, DL, Henkel HS, Holl SL, Hutchison VB, Martín E, Montgomery ET, Ladino CC, Tessler S, Zolly LS. 2013. The United States Geological Survey Science Data Lifecycle Model: U.S. Geological Survey Open-File Report 2013–1265, 4 pp.

US Geological Survey. 2018. Data management: data quality. Récupéré le 6 avril 2018. Lien : *https://www2.usgs.gov/datamanagement/qaqc.php*

White, CL, Forzan, MJ, Pessier, AP, Allender, MC, Ballard, JR, Catenazzi, A, Fenton, H, Martel, A, Pasmans, F, Miller, DL, Ossiboff, RJ, Richgels, KLD, Kerby. JL. 2016. Amphibian: A case definition and diagnostic criteria for *Batrachochytrium salamandrivorans* chytridiomycosis. Herpetological Review. 47: 207-209.

Diffusion des données

Dans les sections précédentes, nous avons discuté des motivations conduisant à partager des informations relatives à la santé de la faune sauvage, des défis associés et des solutions potentielles, de l'importance du traitement approprié des données, et des moyens pour constituer des réseaux de partenaires afin de faciliter le recueil de ces informations. Dans cette section, nous présenterons des outils et des lignes directrices pour la diffusion à divers groupes de parties prenantes d'informations relatives à la santé de la faune sauvage. Nous nous pencherons en particulier sur l'utilisation des systèmes d'information géographique (SIG) et sur la manière d'utiliser des cartes créées avec un SIG pour communiquer efficacement les messages souhaités relatifs à la santé de la faune sauvage.

Données brutes

Le partage de données brutes ou informations relatives à la santé de la faune sauvage est une des formes les plus courantes de diffusion de données. Dans ce contexte, nous définissons les données brutes comme les informations directement recueillies lors d'un foyer de maladie ou au cours de la surveillance d'une maladie de la faune sauvage, en l'absence de résumés et d'analyses statistiques complémentaires. Les données brutes sont souvent stockées dans un tableau qui peut consister en des lignes pour les animaux échantillonnés individuellement et des colonnes pour les localisations des cas de maladie ou des individus échantillonnés, les diagnostics ou les états pathologiques, les caractéristiques des animaux (par exemple le sexe, l'âge, etc.), la date et l'heure de la découverte, et toute autre information supplémentaire d'intérêt pour l'enquêteur. Le *Tableau 5* présente un exemple de format de données brutes relatives à la santé de la faune sauvage.

Tableau 5. Cas de fièvre du Nil occidental rapportés à l'United States Geological Survey's National Wildlife Health Center (*https://www.nwhc.usgs.gov/whispers/*).

Identifiant de l'événement	Date de début	Date de fin	Affectés	États	Espèces	Diagnostic de l'épisode
160485	8/3/2017	8/15/2017	11	WI	Corneille d'Amérique, grand-duc d'Amérique, épervier de Cooper, Buse à queue rouge	Virus de la fièvre du Nil occidental
160521	8/1/2017	10/31/2017	5	MI	Gélinotte huppée	Virus de la fièvre du Nil occidental

Les données brutes peuvent être diffusées aux parties intéressées directement dans ce format de tableau. Mais, comme nous l'avons vu précédemment, pour s'assurer que l'utilisateur final puisse accéder avec succès aux informations, les données doivent être conservées dans un format lisible par machine, tels qu'un fichier .csv accompagné des métadonnées appropriées. En outre, les données sont souvent partagées pour favoriser les résumés et les analyses statistiques, leur conservation dans des formats lisibles par machine permettant de les rendre facilement accessibles aux programmes statistiques (par exemple, *https://www.r-project.org/*) à ces fins.

Il peut également être nécessaire de diffuser et de transférer les données brutes manuellement dans d'autres bases de données, où elles seront standardisées, organisées et mises à disposition des parties intéressées. Cela peut être le cas lors du partage de données entre des organismes au sein ou entre juridictions ou lors du partage avec des organisations internationales de santé animale telles que l'OIE. Nous discuterons de la manière de partager des informations relatives à la santé de la faune sauvage avec l'OIE via l'interface WAHIS-*Wild* (http://www.oie.int/wahis_2/public/wahidwild.php/index/index/newlang/fr) plus tard dans cette formation et présenterons des possibilités pratiques dans ce domaine. Le partage d'informations relatives à la santé de la faune sauvage sous la forme de données brutes est le moyen le plus simple de diffuser les données car il ne nécessite pas d'efforts supplémentaires en plus de ceux consacrés au recueil et au traitement des données ; toutefois, hormis pour des scientifiques ou des organismes qui veulent avoir accès aux données brutes pour effectuer des analyses, le partage d'informations relatives à la santé de la faune sauvage dans ce format n'est généralement pas souhaitable.

Autres formats

En plus du partage de données brutes, il existe divers autres formats qui peuvent être utilisés pour diffuser des informations relatives à la santé de la faune sauvage. Au cours du 4e cycle de formation des Points focaux nationaux pour la santé de la faune sauvage, différents formats ont été étudiés dans le contexte des enquêtes épidémiologiques. Il a été remarqué que le format le plus approprié dépend largement de la situation et du public. Par exemple, pour la diffusion d'informations sur des maladies spécifiques à des partenaires au sein d'un réseau ou à d'autres organismes scientifiques, un compte-rendu scientifique détaillant le contexte, les méthodes, les résultats et les implications pertinents peut être utile. Ces rapports contiennent souvent des graphiques, des diagrammes et des tableaux qui résument succinctement les informations. Un exemple de rapport simple, diffusé aux partenaires au sein d'un réseau, peut être consulté à l'adresse suivante : *https://pubs.er.usgs.gov/publication/sir20125271*.

En revanche, pour communiquer efficacement des informations relatives à la santé de la faune sauvage aux parties prenantes n'ayant pas de formation scientifique telles que le grand public ou les décideurs, il est souvent plus efficace d'extraire des informations contenues dans un rapport scientifique et de les diffuser sous la forme d'un court document ou d'une « fiche technique », qui cernera de manière simple et directe les caractéristiques les plus importantes des mesures de surveillance ou de l'enquête portant sur le foyer de maladie. Ces documents doivent être rédigés pour un public non-scientifique et être visuellement attractifs avec, plutôt que du texte, des images, des diagrammes et des graphiques intéressants qui relaient largement le message souhaité. Ces documents doivent se pencher moins sur les méthodes que sur les résultats et les implications. Des exemples de ce format peuvent être trouvés à l'adresse *https://www.usgs.gov/centers/nwhc*.

Il s'agit seulement de quelques exemples de formats pouvant être utilisés pour diffuser des données. Il existe de nombreuses autres méthodes qui peuvent également être mises en œuvre ; détailler chacun de ces formats potentiels ainsi que leurs forces et faiblesses, va toutefois au-delà du champ d'application de ce manuel. Nous allons plutôt nous concentrer dans le reste de celui-ci sur la description d'un des outils les plus utiles pour présenter des informations relatives à la santé de la faune sauvage : la carte. Les cartes permettent à leur créateur de présenter à l'observateur les informations relatives à la santé de la faune sauvage dans leur contexte spatial et temporel ainsi que les autres particularités topographiques pouvant être directement affectées. Les cartes fournissent également des outils utiles pour planifier les mesures d'intervention en cas de maladie, développer des hypothèses concernant les agents en cause, les facteurs affectant les taux de progression et de propagation et pour identifier les parties prenantes importantes. Les sections suivantes seront axées

sur l'utilisation des cartes comme outils de communication des informations relatives à la santé de la faune sauvage.

Cartographier des informations relatives à la santé de la faune sauvage

Lors du 4e cycle de formation des Points focaux nationaux de l'OIE pour la faune sauvage, Google Earth Pro (*https://earth.google.com/download-earth.html)* a été présenté comme étant un outil de cartographie simple et facile à utiliser pour des données relatives aux foyers de maladie de la faune sauvage. Si Google Earth Pro reste une option facile à utiliser et efficace pour la cartographie rapide, nous nous pencherons toutefois sur l'utilisation du SIG (système d'information géographique), plate-forme scientifique plus sophistiquée pour la création de cartes d'informations relatives à la santé de la faune sauvage. Dans cette formation, une introduction générale à la cartographie SIG sera proposée ; pour bien maîtriser les SIG, nous vous recommandons toutefois de suivre des formations complémentaires, d'exploiter des ressources en ligne et/ou d'acquérir l'un des nombreux ouvrages disponibles sur le sujet.

Il existe toute une série de plates-formes logicielles proposant les outils et le cadre nécessaires à la création d'un SIG. ESRI (*www.esri.com*) est une entreprise de premier plan qui propose de nombreux produits SIG utilisés dans le monde entier et offrant une large gamme de fonctionnalités ; les frais de licence peuvent toutefois être élevés. Il existe également des logiciels en accès libre pour la construction de SIG. QGIS (*www.qgis.org/*) est un exemple de ce type de logiciels ; il est largement utilisé et offre une grande partie des fonctionnalités des produits plus coûteux proposés par ESRI. Il existe également de nombreuses applications SIG en accès libre, certaines excellant pour des utilisations spécifiques. Une recherche sur Internet est un bon moyen pour commencer à évaluer la série d'outils potentiels disponibles et pour obtenir du matériel pédagogique.

Qu'est-ce qu'un SIG ? Un SIG est un système conçu pour saisir, stocker, traiter, analyser, gérer et présenter tous types de données spatiales ou géographiques, dans le but de comprendre les tendances et les relations (*https://en.wikipedia.org/wiki/Geographic_information_system - https://fr.wikipedia.org/wiki/Syst%C3%A8me_d%27information_g%C3%A9ographique).* Pour donner une description heuristique simple, un SIG est une superposition d'informations utiles qui, lorsqu'elles sont visualisées ensemble, fournissent de nouvelles informations qui n'étaient pas perceptibles facilement auparavant. La Figure 6 ci-dessous montre une série d'images décrivant un SIG simple, élaboré pour cartographier des données relatives à un foyer de maladie de la faune sauvage. Cette figure met en évidence que la force réelle d'un SIG est de relier des couches de données spatiales ou spatio-temporelles utiles. La quantité de données géoréférencées facilement disponibles et utilisables pour saisir le contexte spatial et temporel d'informations relatives à la santé de la faune sauvage, augmente sans cesse. Un SIG fournit les moyens d'exploiter cette mine d'informations d'une manière efficace et rigoureuse.

Installer QGIS

Pour cette formation, nous allons faire une démonstration de l'utilisation de QGIS. QGIS peut être téléchargé à partir de l'URL suivante : *https://www.qgis.org/fr/site/* et est proposé pour les systèmes d'exploitation Linux, Mac et Windows. Suivez les instructions d'installation pour installer la plate-forme SIG sur votre ordinateur local. Nous utiliserons la version Windows pour cette formation. Les lecteurs utilisant d'autres systèmes d'exploitation sont invités à consulter la documentation QGIS à l'adresse *https://www.qgis.org/fr/docs/index.html* pour obtenir les instructions appropriées pour leurs systèmes d'exploitation.

Dans cette formation, nous n'aborderons que brièvement les capacités de QGIS, les lecteurs intéressés par un apprentissage continu pouvant accéder à la documentation de QGIS à l'adresse *https://www.qgis.org/fr/docs/index.html*. Il existe de nombreuses autres ressources disponibles sur Internet, faciles à trouver à l'aide des moteurs de recherche courants. Les lecteurs qui connaissent déjà bien les applications SIG peuvent aller directement à la partie « Améliorer la conception des carte » de cette section.

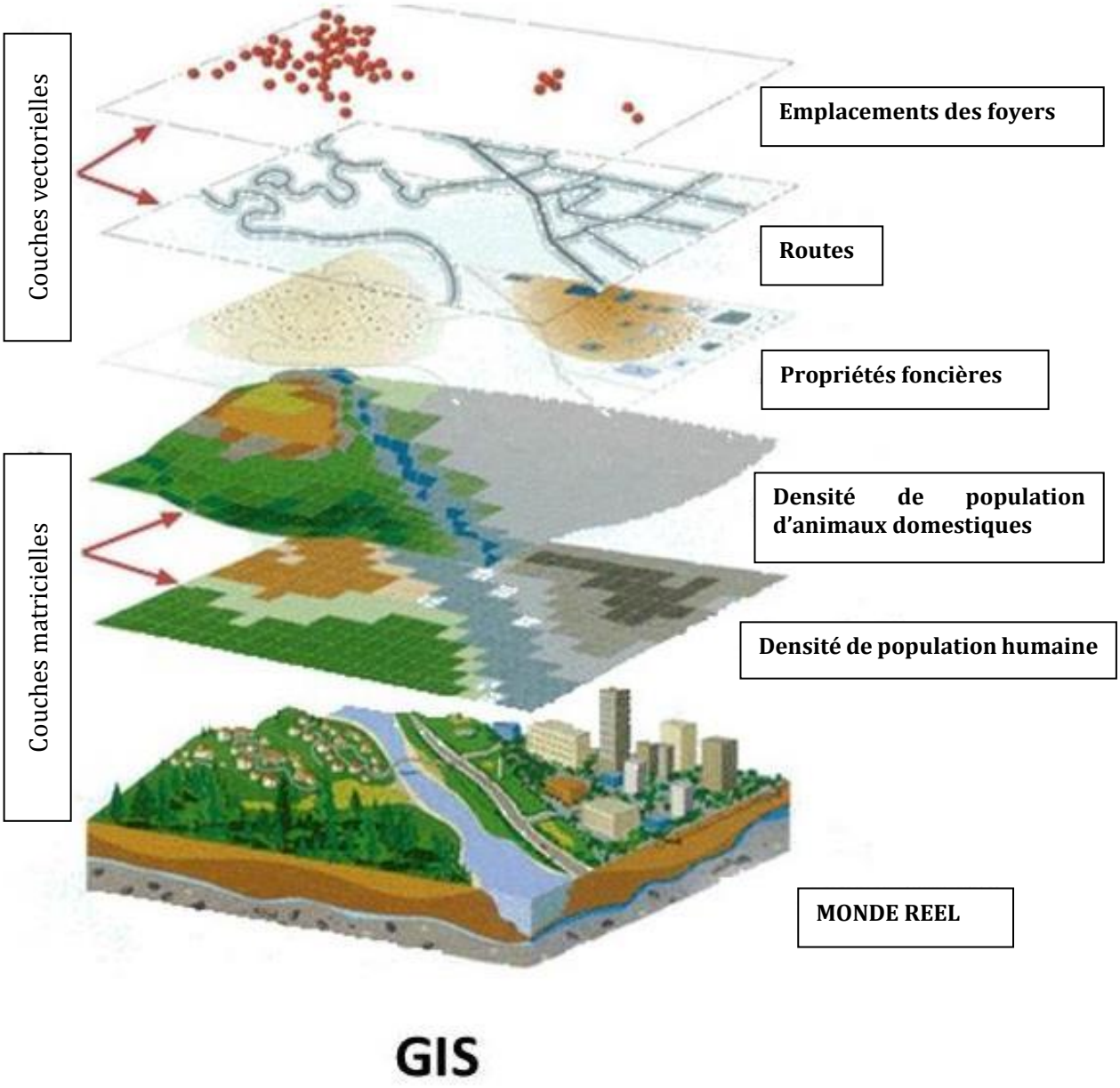
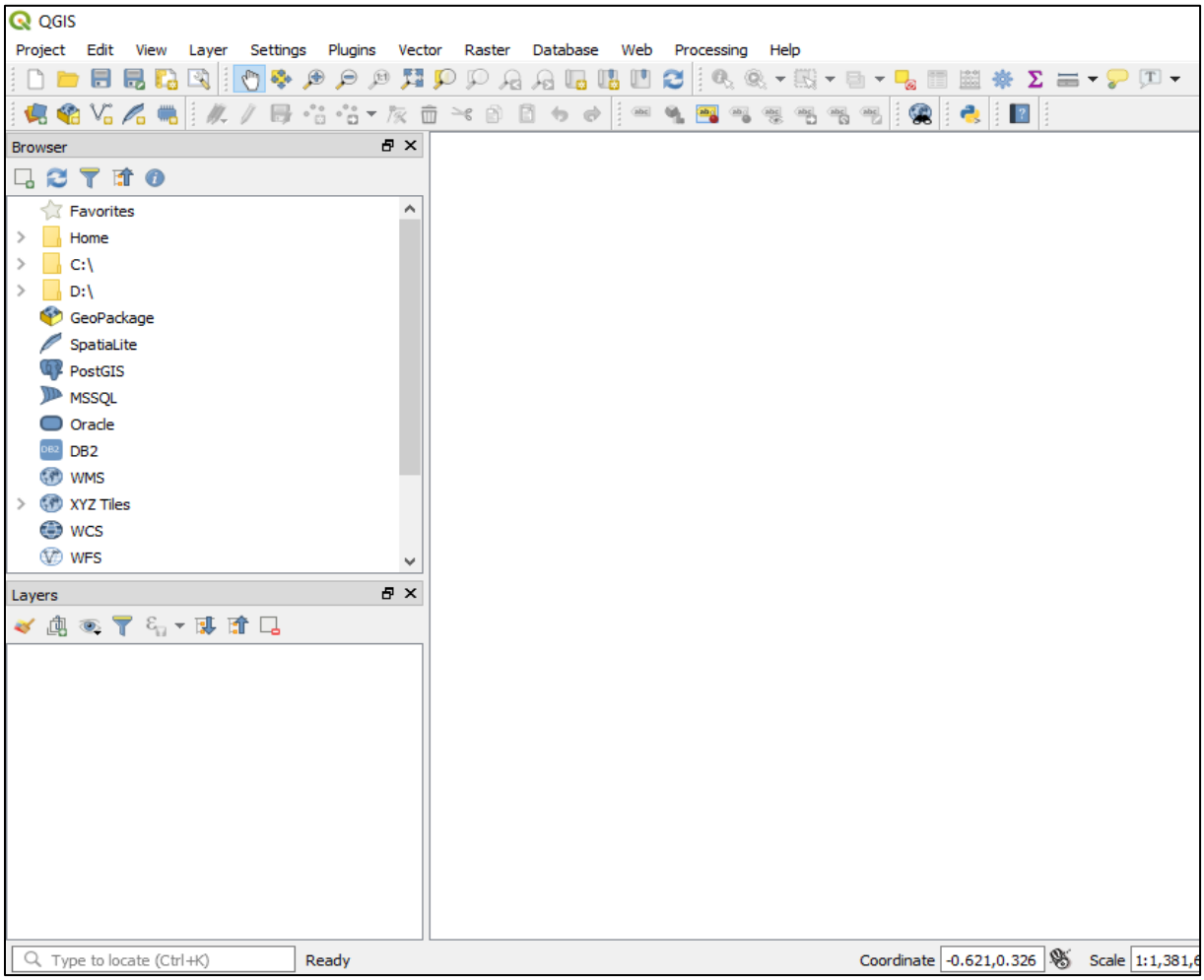


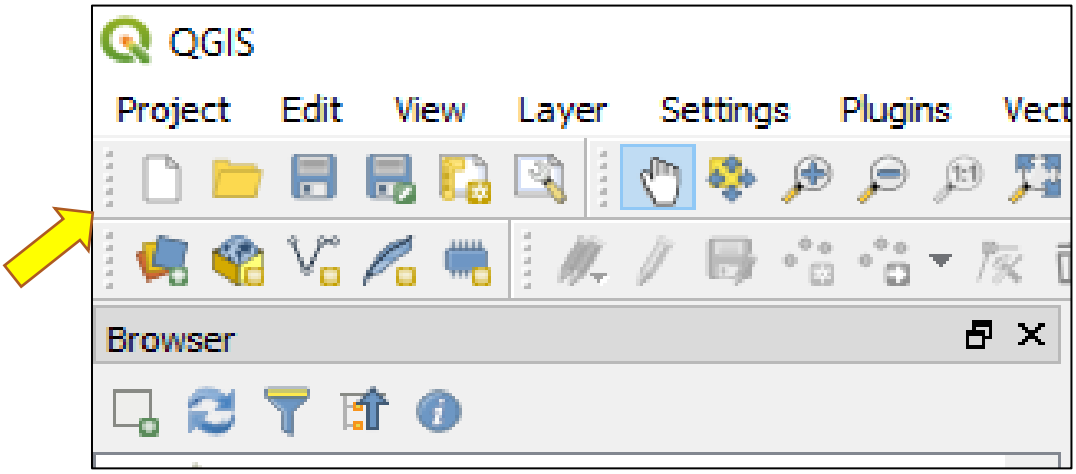
Figure 6. Exemple de SIG pour un foyer de maladie de la faune sauvage (Source : http://doc.arcgis.com/en/arcgis-online/reference/geo-info.htm).

Créer un SIG

Pour commencer, ouvrez l'application QGIS à partir de son emplacement sur votre ordinateur local. Une fois ouverte, l'écran suivant doit apparaître.



Pour lancer un nouveau projet SIG, cliquez sur l'icône « New project » (nouveau projet) (flèche jaune) ou faites un clic gauche sur le menu « Project » (« Projet ») et sélectionnez « new » (« Nouveau »).

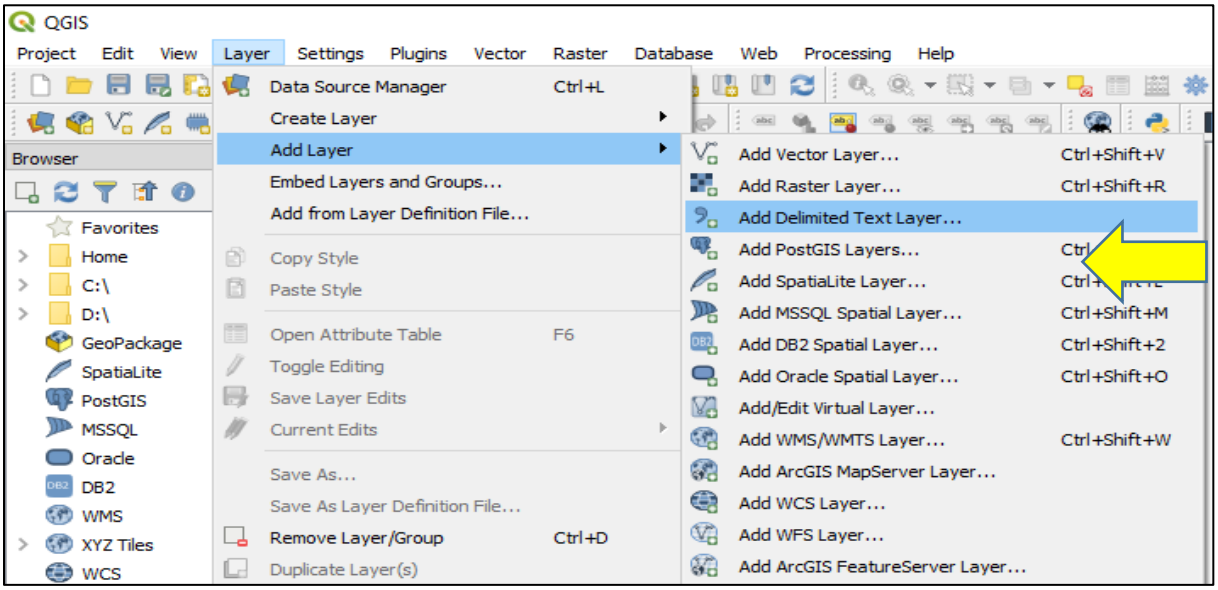


Un nouveau projet s'ouvre. Dans cet exemple de création d'un SIG pour des informations relatives à la santé de la faune sauvage couramment collectées lors de foyers de maladie ou de surveillance de la faune sauvage, nous supposerons que nos informations brutes relatives à la santé de la faune sauvage figurent dans un fichier .csv. Nous allons examiner plus en détails le *Tableau 6* qui contient des cas dans la faune sauvage de l'État de l'Illinois, dans le Midwest des États-Unis d'Amérique. Cet ensemble de données est constitué de 13 cas chez la mouffette rayée (*Mephitis mephitis*) et chez le raton laveur (*Procyon lotor*) rapportés à l'agence de santé de la faune sauvage, dans le cadre d'un foyer présumé de rage dans la région.

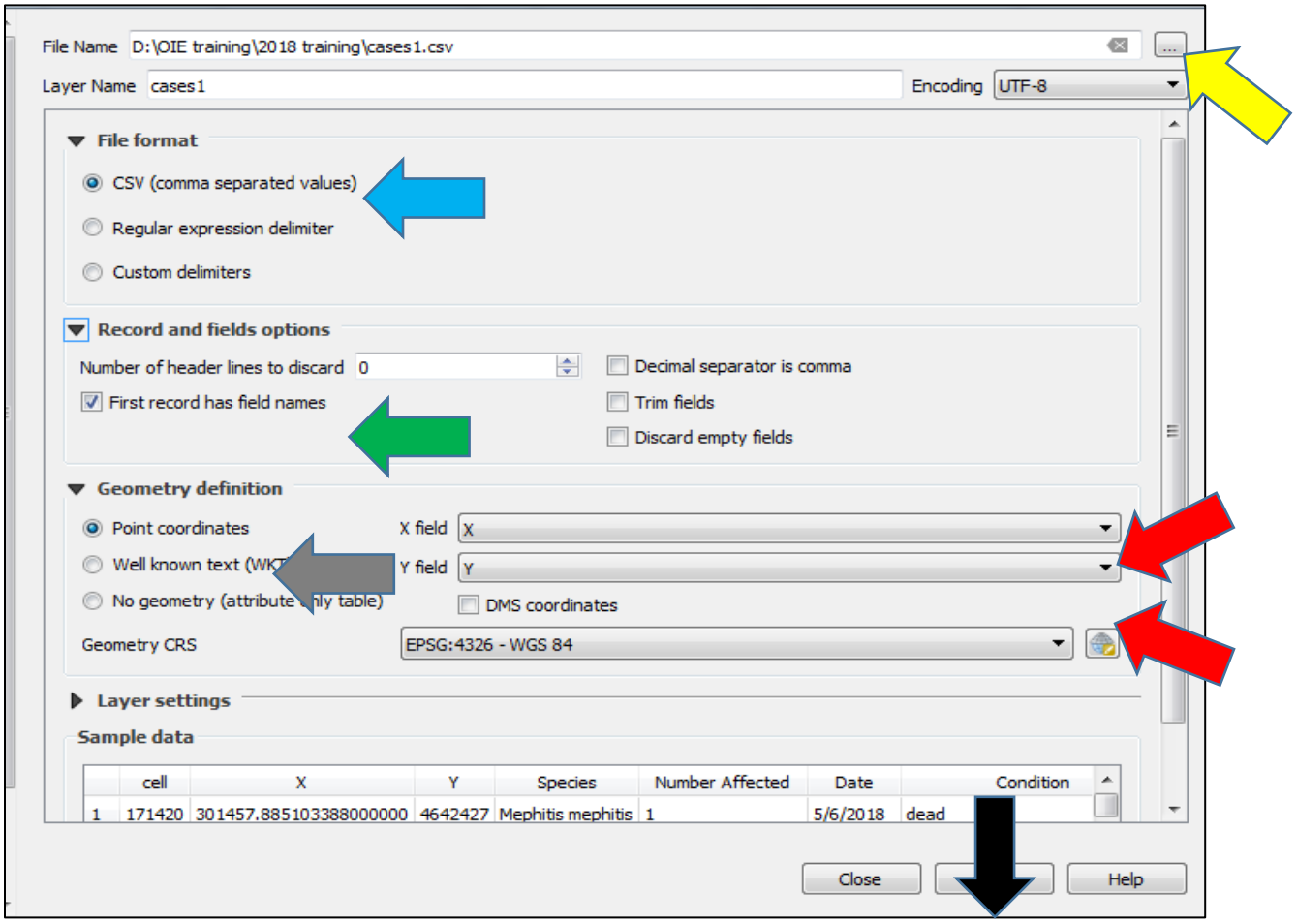
Tableau 6. Exemple d'ensemble de données rapportées à l'agence de santé de la faune sauvage

X	Y	Espèces	Nombre affectés	Date	État
301458	4642427	*Mephitis mephitis*	1	5/6/2018	Mort
300956	4640438	*Procyon lotor*	1	5/30/2018	Signes neurologiques
300564	4640578	*Mephitis mephitis*	1	4/30/2018	Comportement agressif/euthanasié
303228	4639932	*Mephitis mephitis*	1	4/12/2018	Signes neurologiques
300289	4640485	*Mephitis mephitis*	1	4/23/2018	Tué sur la voie publique
296153	4638906	*Mephitis mephitis*	2	4/13/2018	Mort
298286	4640684	*Mephitis mephitis*	1	4/15/2018	Mort
300390	4640618	*Mephitis mephitis*	1	4/18/2018	Mort
300244	4641372	*Procyon lotor*	1	4/26/2018	Signes neurologiques
299496	4640230	*Mephitis mephitis*	1	4/20/2018	Mort
300936	4641733	*Procyon lotor*	1	5/2/2018	Mort
302551	4644136	*Mephitis mephitis*	1	5/4/2018	Comportement agressif/euthanasié
297002	4643303	*Mephitis mephitis*	1	5/15/2018	Signes neurologiques

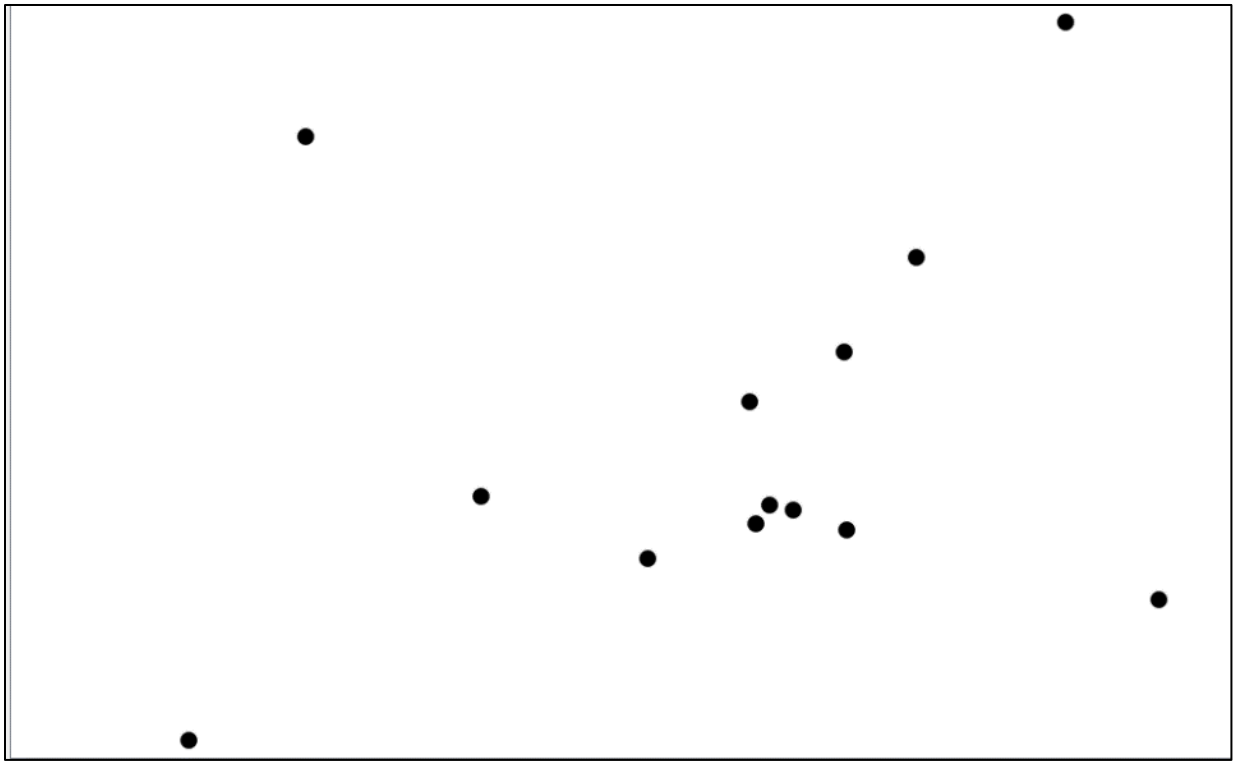
Nous allons importer ce fichier texte dans QGIS. Pour réaliser cette tâche, nous cliquons sur le menu « Layer » (« Couche »), puis sur le sous-menu « Add Layer » (« Ajouter une couche ») et enfin sur « Add Delimited Text Layer » (« Ajouter une couche de texte délimité… ») (flèche jaune).



S'ouvre alors la fenêtre de dialogue ci-dessous. Pour importer votre fichier, faites un clic gauche sur le bouton « … » situé dans le coin supérieur droit de la fenêtre (flèche jaune). Cela ouvre une fenêtre standard de l'explorateur de fichiers que vous pouvez utiliser pour accéder au dossier qui vous intéresse et sélectionner le fichier approprié (nommé « cases1.csv » dans cet exemple). Vous pouvez ensuite vérifier que le format du fichier est correct en cliquant sur le triangle noir situé à côté de « File Format » (« Format de fichier »). Nous pouvons voir que QGIS a reconnu l'extension de fichier et l'a identifié comme un fichier .csv (flèche bleue). Ensuite, cliquez sur le triangle noir à côté de « Record and field options » (options d'enregistrement et de champ) et assurez-vous que QGIS reconnaît que nous avons une ligne d'en-têtes - dans l'exemple, la case « First record has field names » (« en-têtes en 1ère ligne ») est cochée (flèche verte) ; autrement dit, la première ligne de notre fichier .csv contient les en-têtes de colonne. Ensuite, nous cliquons sur le triangle noir situé à côté de « Geometry definition » (« Définition de la géométrie ») et nous vérifions que le type de géométrie approprié est sélectionné. Dans ce cas, nous voulons créer un fichier de points (flèche grise). Nous vérifions également que QGIS reconnaît les champs appropriés de notre tableau pour les coordonnées X et Y (flèches rouges). Dans notre exemple, nous avons des champs nommés « X » et « Y » que QGIS reconnaît automatiquement mais, si nous avions un nom différent pour ces champs dans notre fichier .csv, nous devrions spécifier les noms de champs appropriés pour les valeurs de localisation X et Y. Enfin, nous pouvons cliquer sur le bouton « Add » (« Ajouter ») (flèche noire) et QGIS créera une nouvelle couche de points en utilisant notre fichier .csv.



Le résultat de cette opération est présenté ci-dessous ; les emplacements des animaux déclarés pour ce foyer sont maintenant affichés.



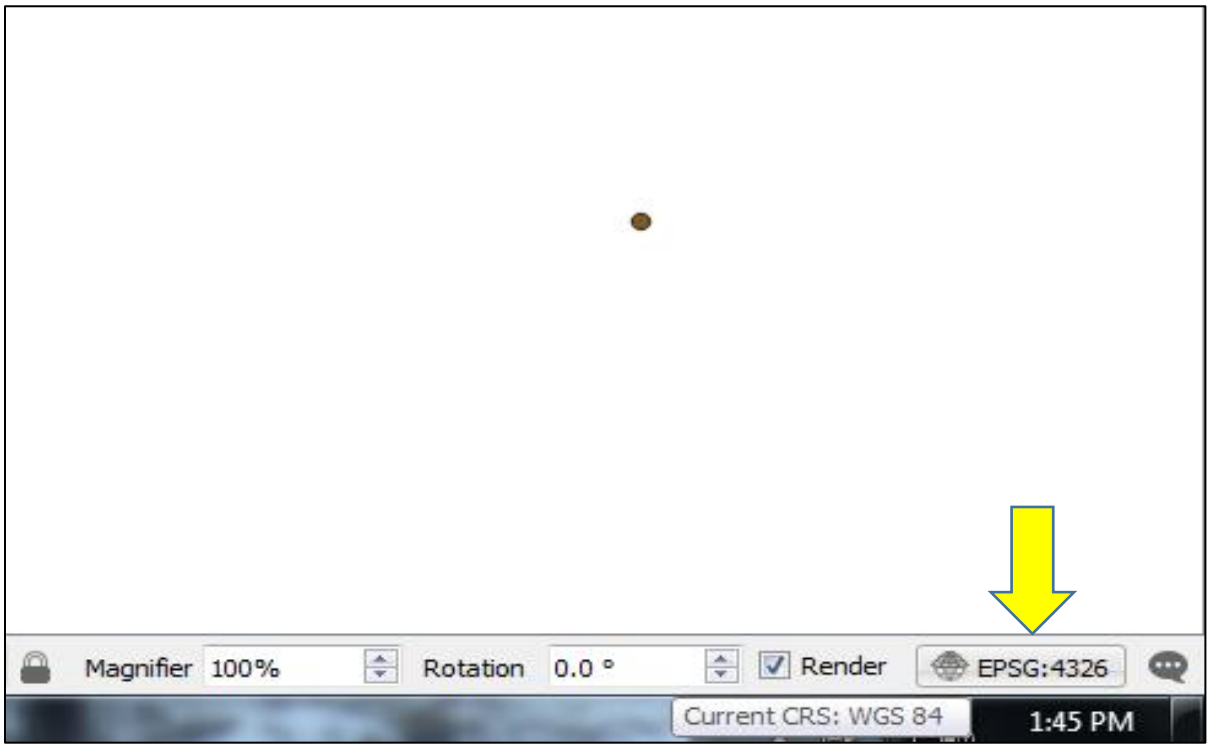
Système de coordonnées de référence

La force du SIG réside dans sa capacité à relier différentes couches de données entre elles ; toutefois, pour effectuer cette liaison, il est essentiel que le système de coordonnées de référence de chaque couche soit connu. Un système de coordonnées de référence (SCR) est une représentation mathématique de la Terre qui permet de désigner tout emplacement par un ensemble de nombres (*https://en.wikipedia.org/wiki/Geographic_coordinate_system - https://fr.wikipedia.org/wiki/Syst%C3%A8me_de_coordonn%C3%A9es_(cartographie)*). C'est essentiellement de cette manière qu'un programme SIG détermine où des objets doivent être placés sur la carte. Le système de coordonnées géographiques qui utilise la latitude et la longitude pour indiquer les emplacements est un exemple de système de coordonnées de référence couramment utilisé.

Un autre élément important du SCR est que la couche SIG soit ou non une projection. Les projections cartographiques sont des modèles mathématiques qui transforment la surface tridimensionnelle de la Terre en une carte plate en deux dimensions. Les projections cartographiques sont nécessaires car il est impossible de projeter une surface tridimensionnelle (c'est-à-dire la Terre) sur une surface à deux dimensions (à savoir une carte) et d'en conserver précisément les surfaces, les angles et les distances. Toutes les projections de cartes engendrent une distorsion plus ou moins marquée et il est essentiel de comprendre le type de distorsion pour la zone qui est cartographiée. Par exemple, certaines projections, telles les projections « équivalentes », préservent localement les relations spatiales tandis que les projections « conformes » conservent localement les angles, les projections « équidistantes » conservant les relations de distance et de direction. Le concepteur de la carte doit décider quelle projection convient le mieux à ses besoins pour les emplacements qui l'intéressent. De nombreuses projections cartographiques sont disponibles et une liste des projections possibles est disponible à l'adresse suivante : *http://www.epsg.org/*. Cette liste est tenue à jour par l'European Petroleum Survey Group (EPSG) et chaque projection/système de coordonnées de référence se voit

assigner un numéro unique. Ce numéro EPSG est souvent utilisé dans les systèmes SIG pour attribuer ou suivre le SCR associé à chaque couche. En résumé, les qualités d'une projection cartographique pour un projet particulier dépendent de la localisation terrestre et des objectifs du cartographe.

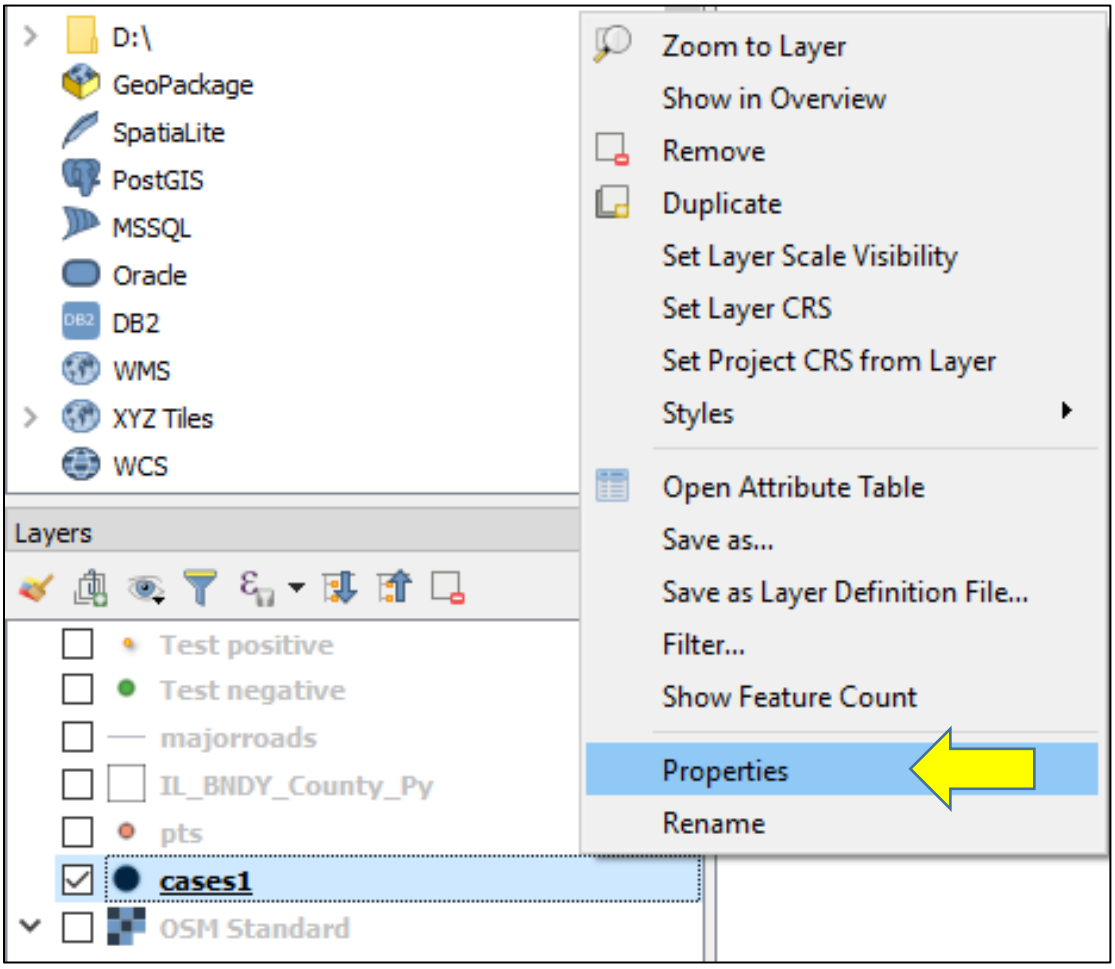
De manière générale, si vous téléchargez des couches de données SIG depuis une source fiable, un SCR est souvent attribué à la couche et est détaillé dans les métadonnées qui accompagnent celle-ci. Toutefois, lorsqu'une nouvelle couche SIG est créée, comme c'est le cas dans notre exemple, nous devons déterminer manuellement le SCR car, si nous ne le spécifions pas lorsque nous créons la couche, QGIS l'assignera automatiquement au projet. Nous n'avons pas établi de SCR lorsque nous avons créé notre couche. Par conséquent, nous devons commencer par déterminer le SCR du projet actuel en utilisant la souris pour que le curseur survole le texte EPSG situé dans la partie inférieure droite de l'écran (flèche jaune).



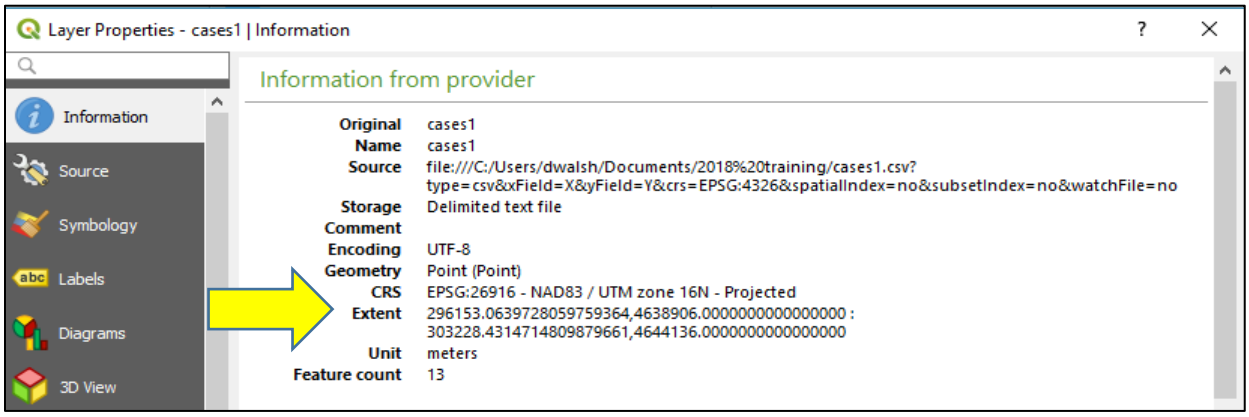
Cela nous indique que, dans notre exemple, le projet est actuellement affiché en EPSG: 4326 ou, en d'autres mots, WGS 84 (*https://en.wikipedia.org/wiki/World_Geodetic_System).* Le SCR du projet est le SCR affiché et toutes les couches qui se trouvent dans ce projet SIG seront projetées selon le SCR de ce projet. Il est nécessaire d'avoir un seul SCR pour le projet afin que QGIS puisse aligner les différentes couches de données spatiales, chacune ayant potentiellement un SCR différent, en une seule carte. Le SCR du projet est également le SCR qui sera appliqué à chaque couche lors de sa création, s'il n'est pas spécifié automatiquement ou par l'utilisateur lorsque la couche est créée. Un clic gauche sur le bouton « EPSG: 4326 » permet à l'utilisateur de définir un SCR pour le projet ; il peut également être défini en se basant sur le SCR d'une couche, ce que nous décrirons plus loin.

Déterminons maintenant le SCR de la couche que nous venons de créer, en sachant d'avance que les données ont été recueillies selon la projection transverse universelle de Mercator (*https://en.wikipedia.org/wiki/Universal_Transverse_Mercator_coordinate_system / ; https://fr.wikipedia.org/wiki/Transverse_universelle_de_Mercator*). Nous pouvons réaliser cette

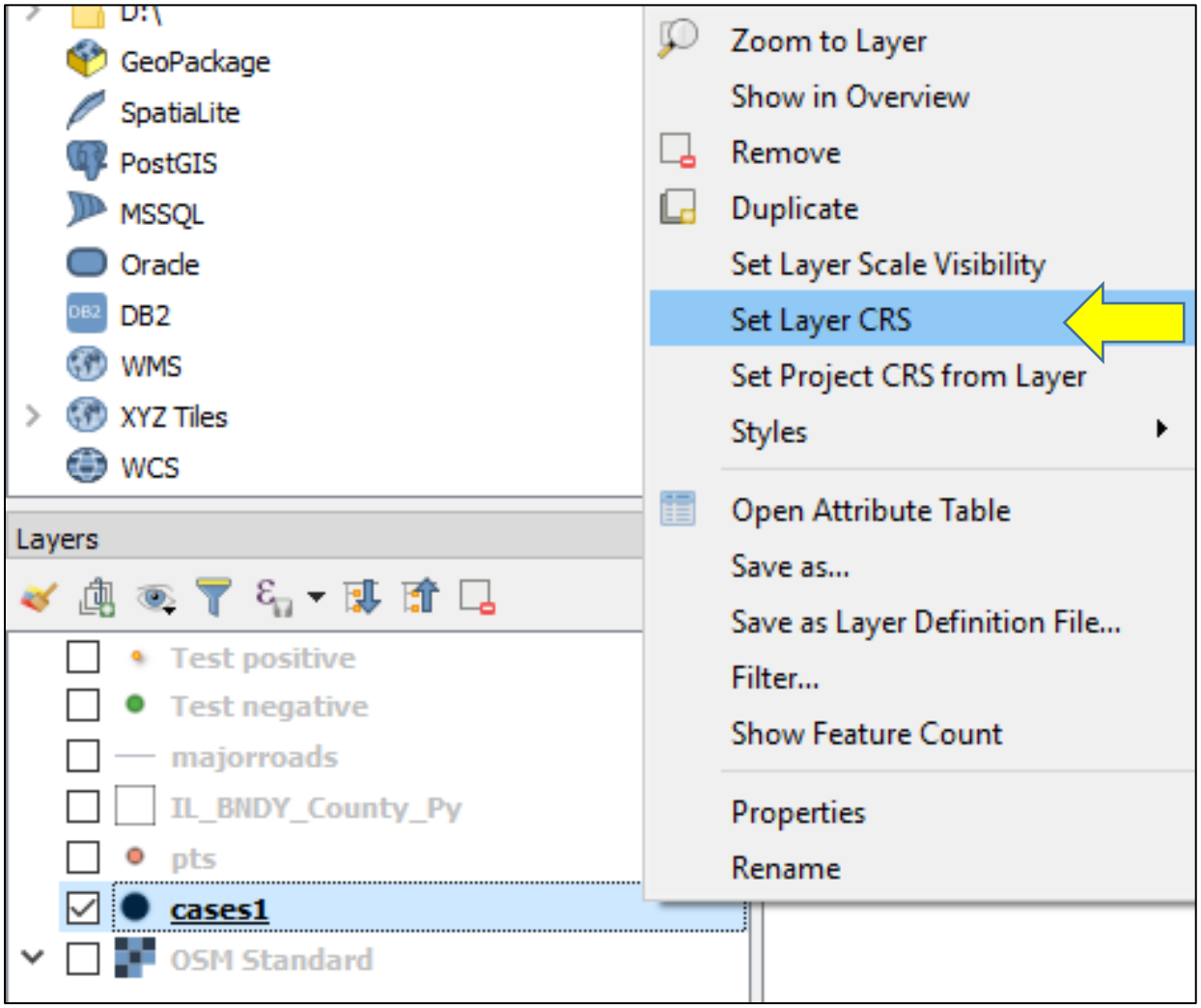
opération en allant dans le panneau « Layers » (« Couches ») en bas à gauche de l'écran, et en faisant un clic droit sur notre couche, dénommée « cases1 ». Cela fait apparaître un menu contextuel ; après avoir fait défiler le texte vers le bas jusqu'à « Properties » (propriétés) (flèche jaune), nous faisons un clic gauche.



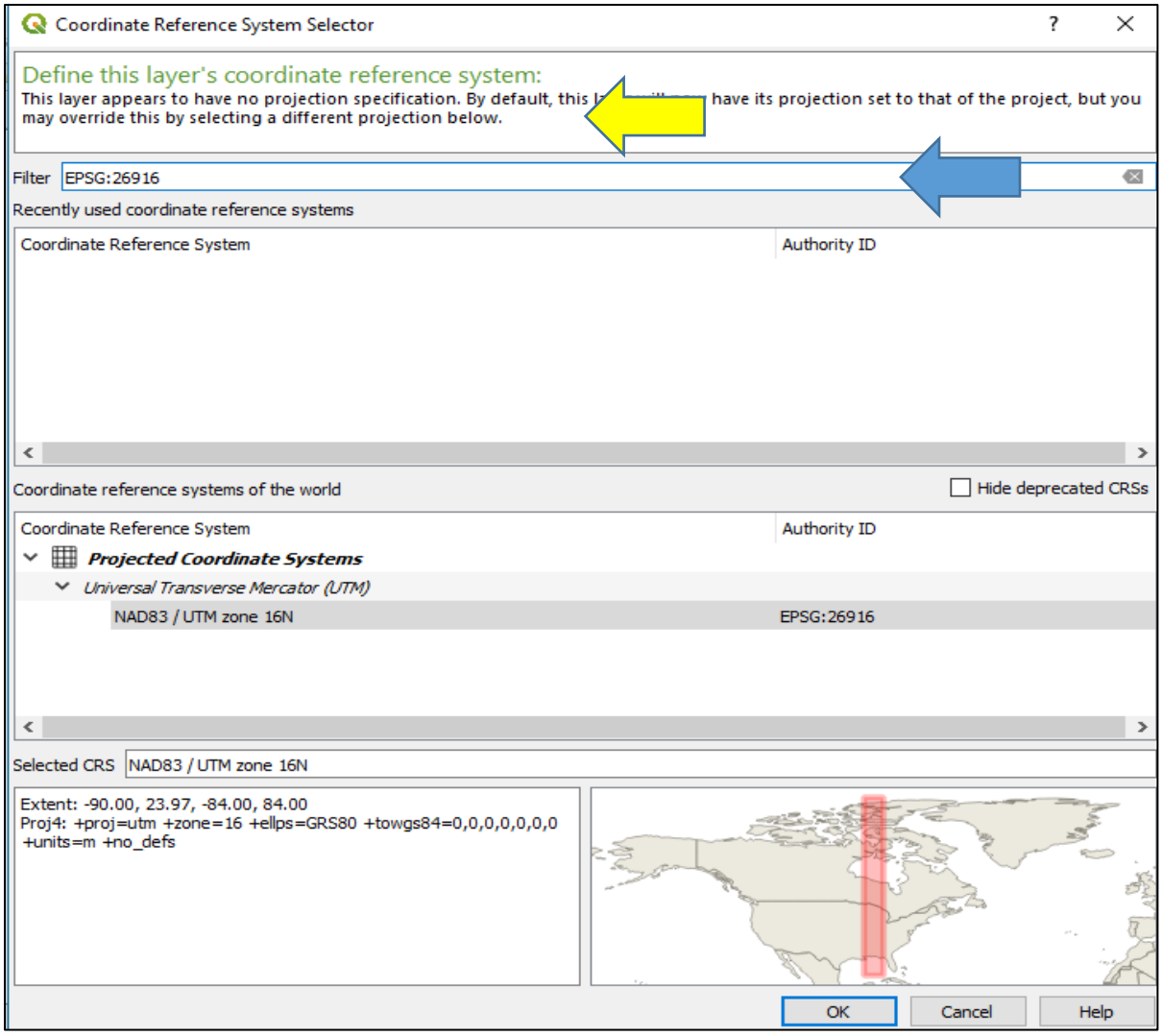
Nous faisons ensuite un clic gauche sur « Information » et regardons quel est le SCR actuel pour la couche « cases1 » (flèche jaune). Nous avons confirmation que c'est le SCR du projet qui lui est attribué, EPSG: 4326.



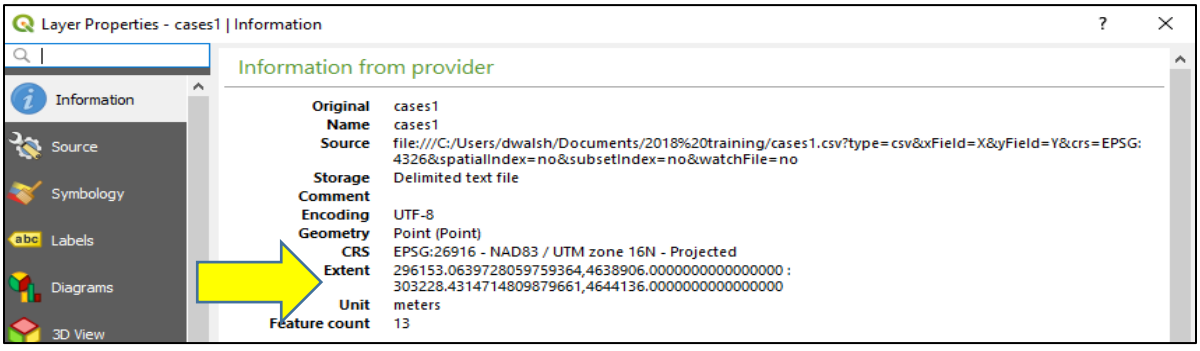
Par conséquent, nous devons remplacer le SCR pour cette couche par le SCR approprié, à savoir NAD83/UTM 16N, sans quoi les données ne seront pas localisées correctement dans l'espace. Pour cela, nous faisons à nouveau un clic droit sur la couche « cases1 » dans le panneau « Layers » (« Couches ») situé en bas à gauche de l'écran. Cela fait apparaître un menu contextuel que nous faisons défiler jusqu'à « Set Layer CRS » (« Définir le SCR des couches ») (flèche jaune), puis nous cliquons dessus.



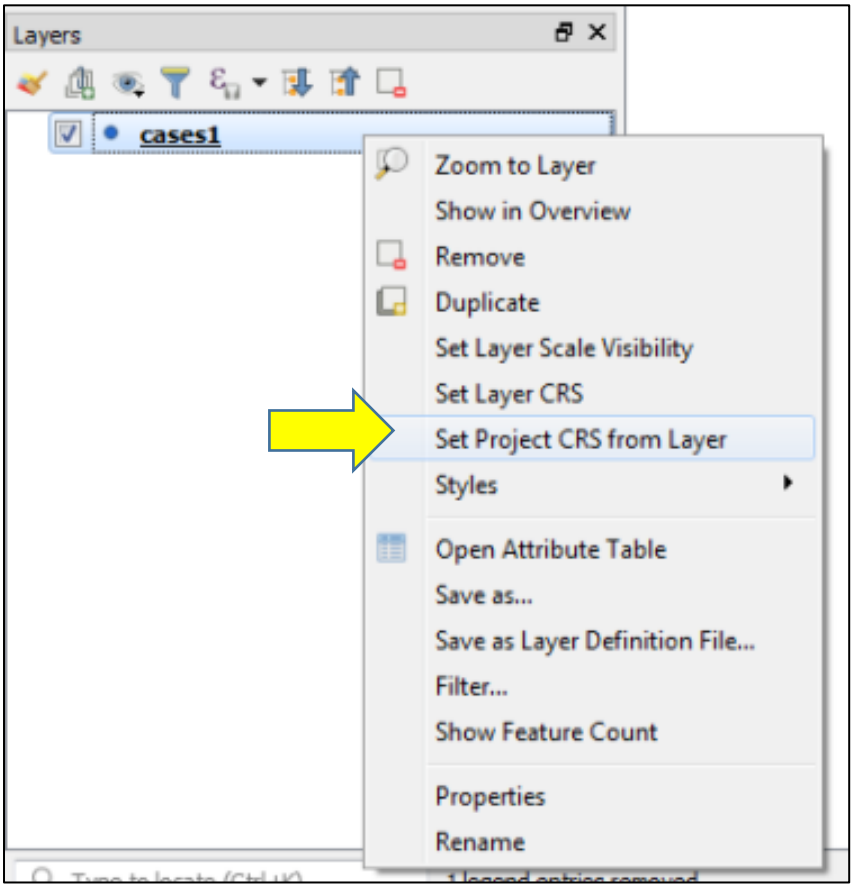
La boîte de dialogue suivante apparaît, nous indiquant qu'aucun système de coordonnées de référence n'est actuellement défini pour cette couche (flèche jaune). Par conséquent, nous devons définir le système de coordonnées de la couche.



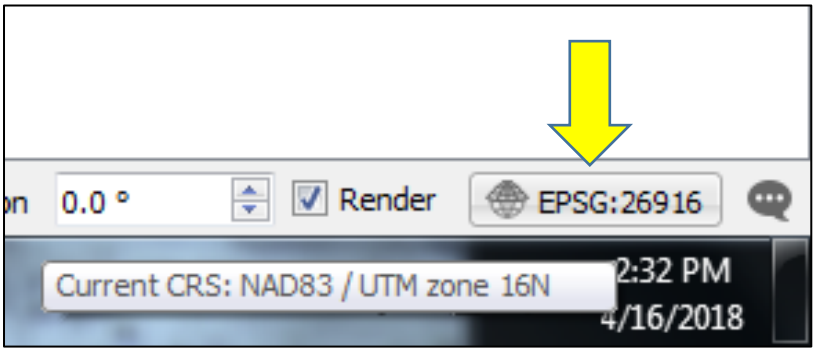
Nous déterminons le SCR en saisissant le nom ou le numéro EPSG, dans ce cas EPSG: 26916 (c'est-à-dire NAD83/UTM zone 16N) dans la ligne « Filter » (« Filtre ») (flèche bleue ; ci-dessus), puis en cliquant sur OK. Le SCR de cette couche est maintenant défini. Nous pouvons vérifier que c'est bien le cas en faisant un clic droit sur notre couche « cases1 », dans le panneau « Layers » (« Couches ») situé en bas à gauche de l'écran, puis en cliquant sur « Properties » (Propriétés). Cela permet d'afficher toutes les propriétés de la couche « cases1 ». Si nous cliquons sur « information » (« Information »), nous pouvons alors visualiser toutes les métadonnées associées à cette couche, y compris le SCR (flèche jaune), désormais remplacé par le bon SCR.



QGIS vous permet également d'utiliser le SCR d'une couche pour définir le SCR de l'ensemble du projet. Pour cela, dans le panneau « Layer » (« Couches ») situé en bas à gauche de l'écran, faites un clic droit sur le nom de la couche que vous souhaitez utiliser pour définir le SCR du projet. Cela fait apparaître une boîte de dialogue. Cliquez ensuite sur « Set Project CRS from Layer CRS » (« Appliquer le SCR de cette couche au projet ») (flèche jaune). Cela reprendra le SCR de la couche pour l'attribuer au projet.



NAD83/UTM 16N est maintenant le SCR défini pour le projet et toutes les couches créées ou ajoutées seront affichées dans ce SCR. Nous pouvons confirmer qu'il s'agit du SCR du projet en regardant le bouton SCR situé dans le coin inférieur droit de l'écran (flèche jaune).

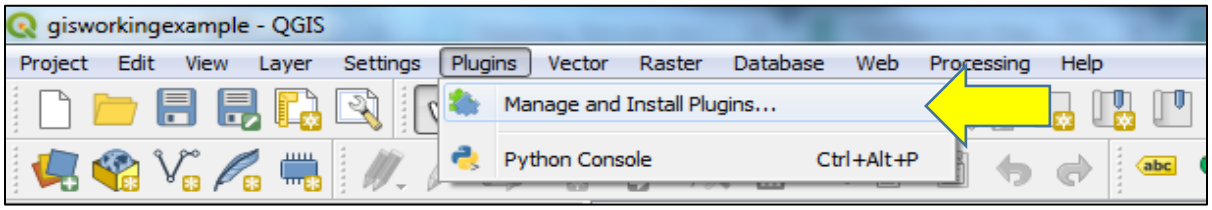


Comme escompté, il a effectivement été remplacé par EPSG : 26916.

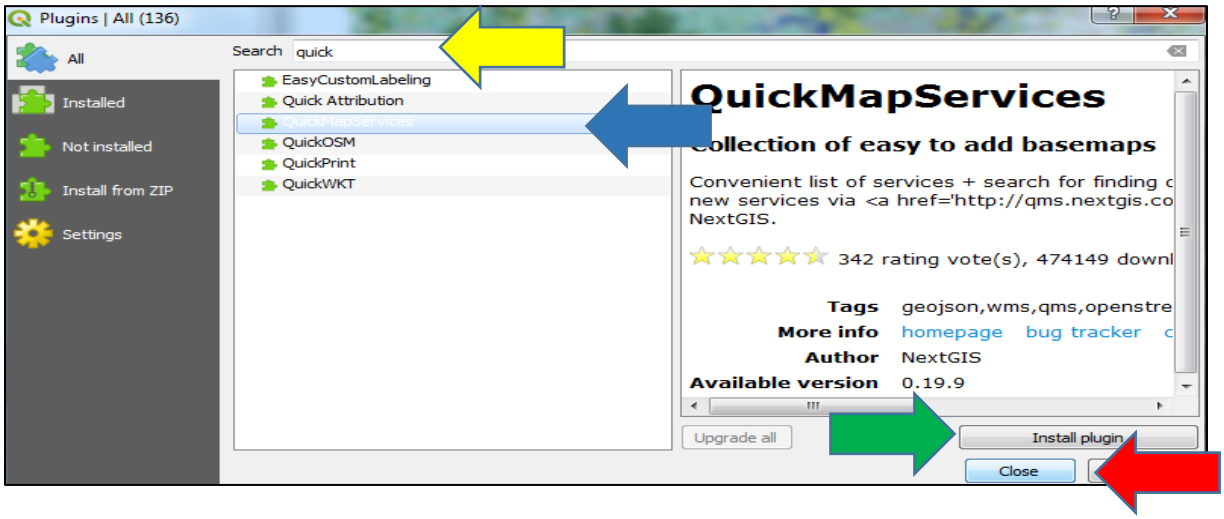
Ajouter des couches existantes

Maintenant que nous avons déterminé le système de coordonnées, nous pouvons commencer à exploiter la puissance réelle d'un SIG… à savoir sa capacité à lier différents ensembles de données spatiales. Ces ensembles de données peuvent être constitués d'autres couches que nous avons créées manuellement mais, le plus souvent, elles sont créées par d'autres utilisateurs du SIG. Une recherche générale sur Internet de données de SIG dans votre domaine d'intérêt, provenant de sources fiables (en l'occurrence, souvent des organismes gouvernementaux), est utile pour savoir quelles couches sont disponibles pour votre projet. Pour notre exemple, nous avons besoin d'ajouter un contexte visuel à nos informations relatives à la santé de la faune sauvage car, à l'heure actuelle, notre carte montre la disposition spatiale de nos cas de maladies, mais ne nous apporte aucune autre information. Dans les SIG, on commence souvent par ajouter une « couche de base ». Cette couche constitue un arrière-plan qui aide le lecteur de la carte à mieux comprendre le contexte spatial pour les données représentées. Selon l'échelle de votre carte, il peut s'agir d'une photo aérienne, d'une carte topographique ou d'une autre couche de données spatiales courantes qui aide l'observateur à visualiser le contexte des informations relatives à la santé de la faune sauvage. Pour notre carte, nous allons ajouter une couche présentant les caractéristiques des infrastructures de la région qui nous intéresse. Pour ajouter une nouvelle couche à notre projet de carte, nous allons d'abord montrer comment installer et utiliser un module d'extension (plug-in) dans QGIS. Plus précisément, nous utiliserons le plug-in « QuickMapServices ». Les modules d'extension de QGIS sont des programmes supplémentaires ou des fonctionnalités supplémentaires pour QGIS qu'un utilisateur peut activer pour augmenter les capacités de QGIS. La bibliothèque de plug-ins peut être consultée à l'adresse suivante : *https://plugins.qgis.org/*.

Notez que la procédure suivante est applicable pour installer tous les plug-ins ; nous allons toutefois expliquer la méthode en utilisant le plug-in QuickMapServices. Nous commençons par un clic gauche sur le menu « Plugins » (« Extension ») en haut de l'écran. Ensuite, nous sélectionnons « Manage and Install Plugins… » (« Installer/Gérer les extensions… ») (flèche jaune).



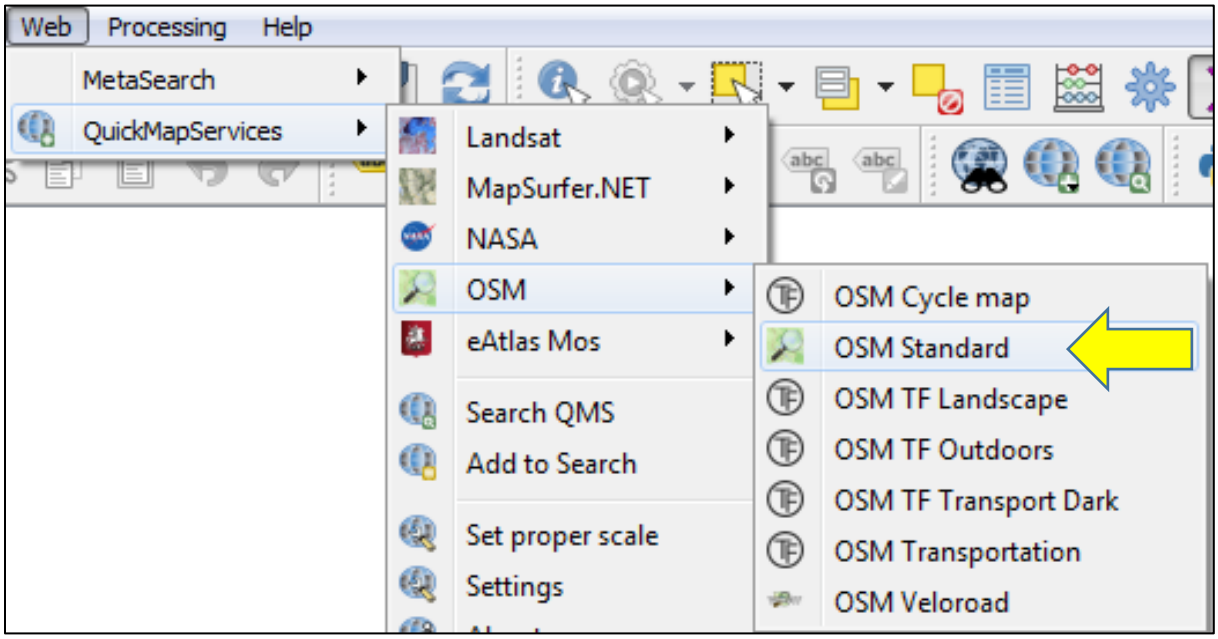
Cela ouvre le menu suivant.



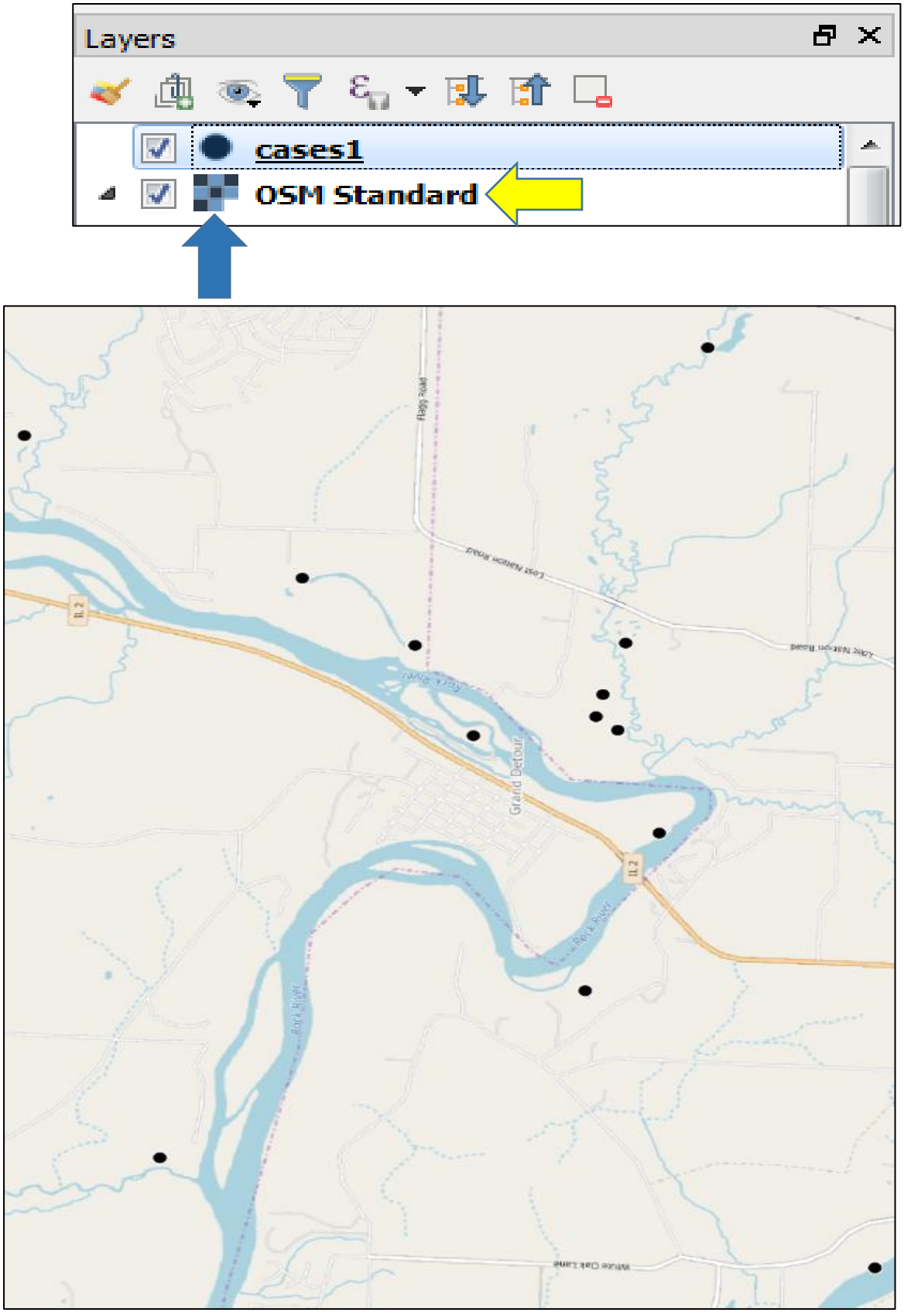
Pour trouver le plug-in, tapez « quick » dans la zone de recherche en haut (flèche jaune). Une liste de plug-ins dont le nom contient « quick » apparaît. Nous parcourons la liste et effectuons un clic gauche sur QuickMapServices (flèche bleue). Cela fait apparaître une description, des liens d'aide, etc. associés au plug-in. Il s'agit bien du plug-in que nous souhaitons installer ; nous cliquons donc sur le bouton « Install plugin » (« Installer l'extension ») (flèche verte). Cela va installer le plug-in. Une fois qu'il est installé, nous pouvons cliquer sur le bouton Fermer (flèche rouge).

Nous pouvons maintenant utiliser QuickMapServices pour ajouter une couche de carte de base à notre projet à partir de différents services Web de SIG (*Remarque : ce plug-in nécessite une connexion Internet*). Pour ajouter la couche de base, nous cliquons sur le menu « Web » (« Internet ») en haut de l'écran. Nous faisons ensuite défiler jusqu'à QuickMapServices et faisons un clic gauche. Puis nous parcourons le menu jusqu'à OSM (soit Open Street Map ; *https://www.openstreetmap.org/*) qui propose des cartes routières du monde sous un contrat de licence en libre accès et nous faisons un clic gauche. Enfin, nous faisons un clic gauche sur « OSM Standard » (flèche jaune). Cela ajoutera la carte routière « standard » à notre projet. Il convient de noter que de nombreux types différents de cartes de base peuvent être ajoutés en utilisant ce processus. Il peut être utile de tester l'ajout de différentes cartes de base, afin de déterminer laquelle est la plus appropriée pour un projet particulier.

Notez que nous présentons les services de base associés au plug-in QuickMapServices. En outre, des cartes de base sont disponibles via des services participatifs. Des informations sur la façon d'accéder à ces services peuvent être consultées à l'adresse suivante : *http://nextgis.com/blog/quickmapservices-with-contributed-services/*. Nous nous penchons uniquement sur les services de cartes de base, car ils sont validés par les auteurs du plug-in.



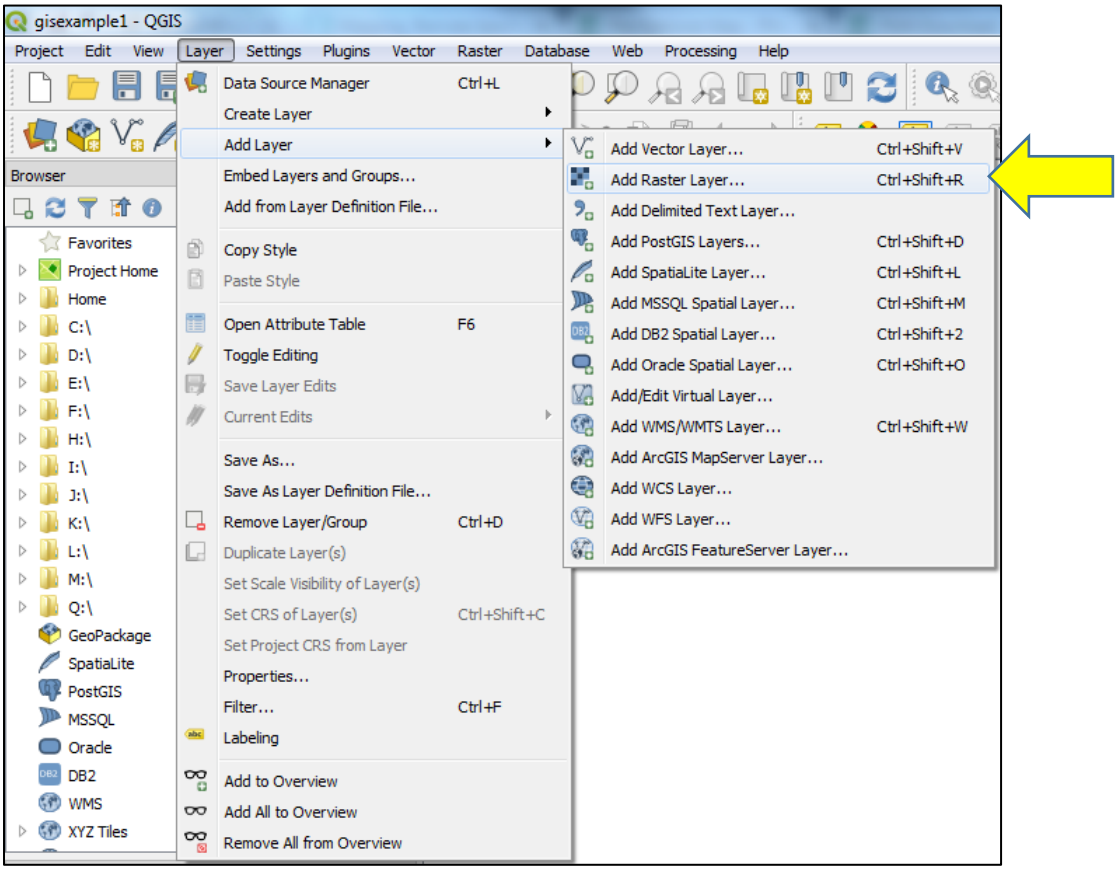
Nous pouvons voir sur la carte présentée sur la page suivante (remarque : présentation en mode paysage) que nos cas de maladie se répartissent le long de la rivière Rock et près de l'autoroute Illinois-2. Notez également qu'une seconde couche nommée « OSM Standard » (flèche jaune) a été ajoutée et est maintenant visible dans le panneau « Layers » (« Couches ») en bas à gauche de l'écran. Cela nous montre également qu'il s'agit d'un fichier Raster (fichier de données matricielles), comme indiqué par l'échiquier de carrés bleus figurant à côté du nom de la couche (flèche bleue).


Layers
cases1
OSM Standard
Grand Detour
Rock River
Rock River
IL 2
IL 2

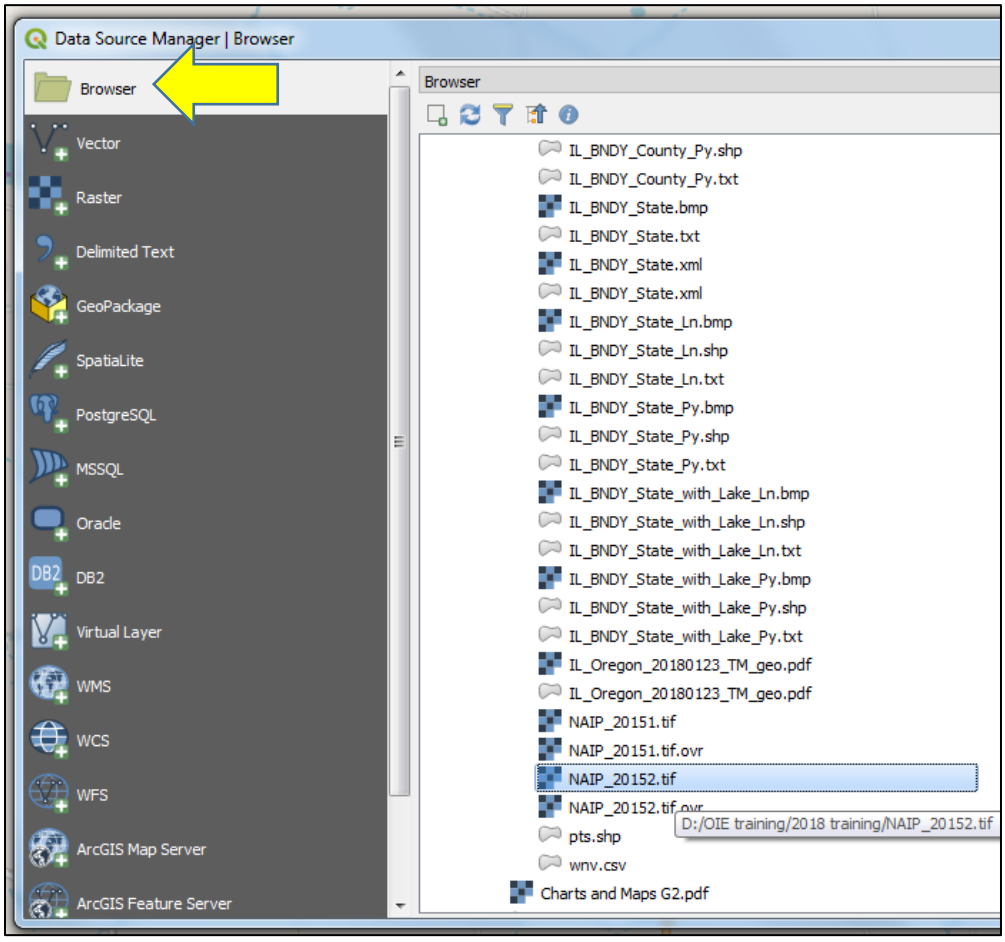
Un raster est un type d'image composé de lignes et de colonnes d'éléments carrés ou pixels à chacun desquels est attribuée une ou des valeurs spécifiques. Lorsque vous agrandissez en plan serré une image raster (ou image matricielle), vous pouvez voir les pixels et l'image se « pixellise ». De nombreux ensembles de données de SIG sont stockés au format raster, en particulier les images de grande taille (par exemple, des images satellite). La résolution d'une image matricielle correspond à la longueur d'un côté de l'un des pixels composant l'image, dans les unités de la projection cartographique (par exemple, mètres). Nous montrerons comment déterminer la résolution ci-dessous.

Maintenant que nous avons ajouté une couche de carte de base, nous pouvons créer et partager facilement une carte de nos informations relatives à la santé de la faune sauvage susceptibles d'être aisément interprétées par un observateur moyen. Nos données ont été replacées dans un contexte spatial grâce aux routes identifiées et aux pièces d'eau figurant sur ce fond de carte OSM. Nous avons désormais un vrai projet SIG, car nous avons lié plusieurs couches de données spatiales.

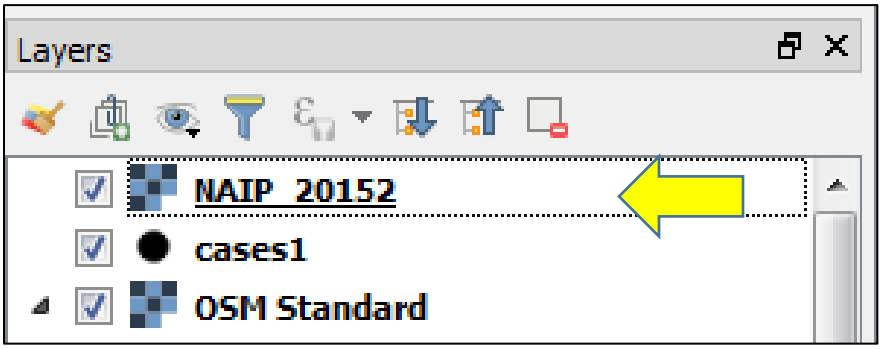
Peut-être avons-nous toutefois envie de mieux comprendre les caractéristiques de la zone dans laquelle figurent nos cas de maladie. L'orthophotographie (ou orthophoto) du site est une autre couche qu'il pourrait être utile d'ajouter. Une orthophotographie est une image aérienne corrigée géométriquement afin d'éliminer les distorsions associées à une prise de vue réalisée depuis une plate-forme aérienne survolant la Terre. Une image d'orthophotographie, qui est une couche matricielle, a déjà été téléchargée et nous allons maintenant l'ajouter à notre projet. Pour cela, nous allons faire un clic gauche sur le menu « Layer » (« Couche ») situé en haut de l'écran. Nous parcourons le menu jusqu'à « Add layer » (« Ajouter une couche »), puis faisons un clic gauche sur « Add Raster Layer… » (« Ajouter une couche raster… ») (flèche jaune).

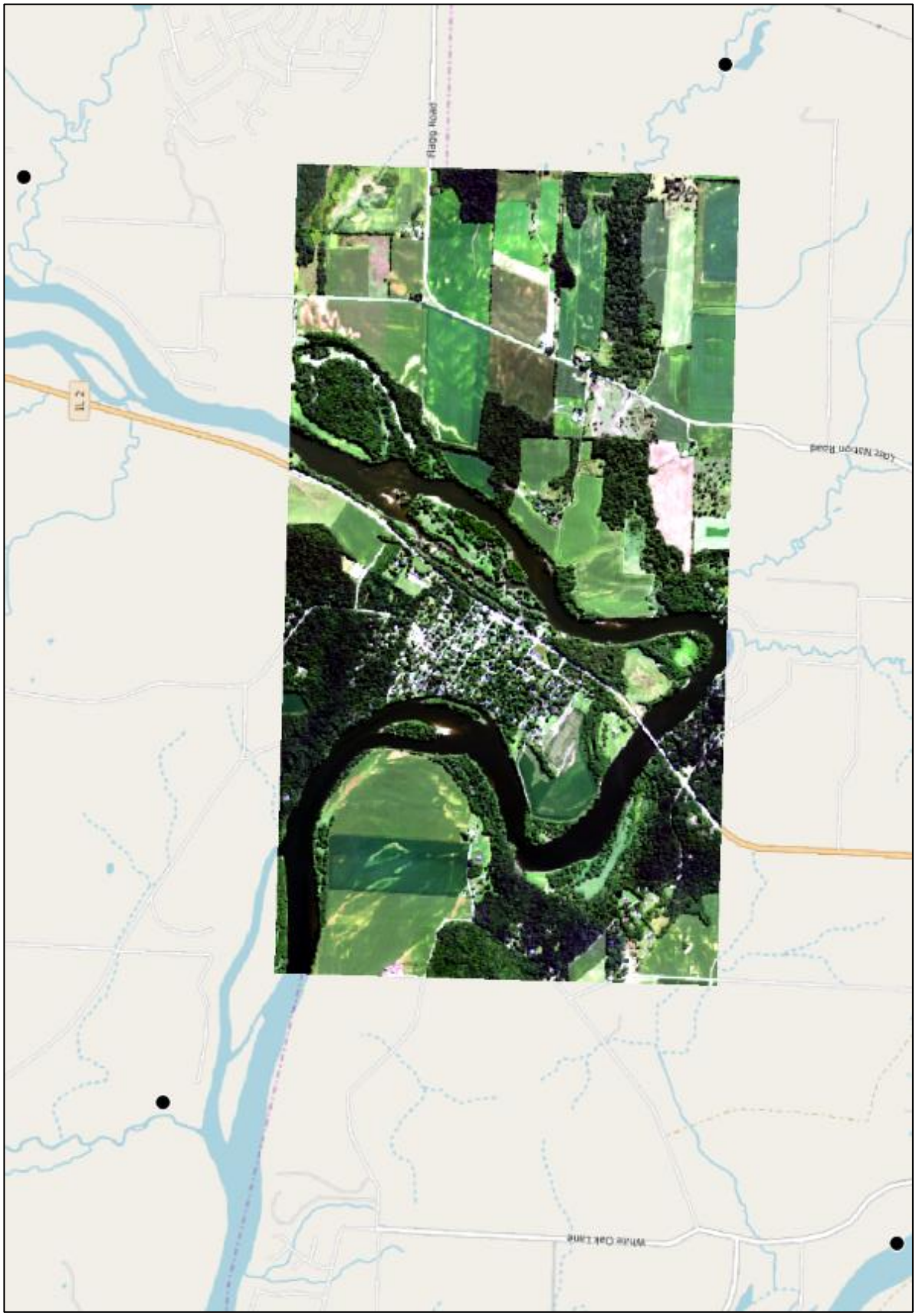


Cela ouvre la fenêtre ci-dessous. Faites un clic gauche sur « Browser » (« Explorateur ») (flèche jaune), puis naviguez jusqu'au dossier contenant le fichier qui vous intéresse. Faites un double clic gauche sur le fichier. Il sera ajouté au projet. Fermez ensuite la fenêtre.



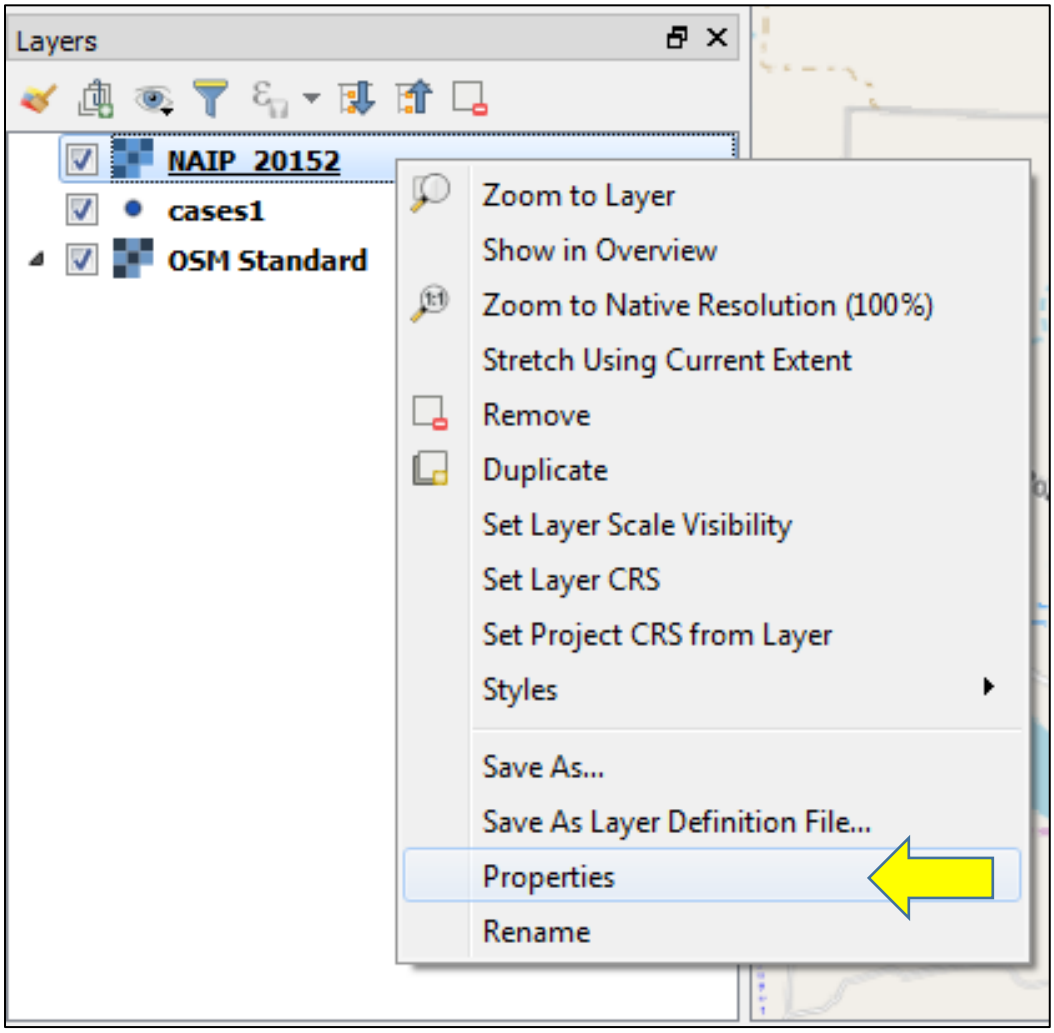
Si nous regardons maintenant notre écran, nous pouvons voir que l'orthophotographie a été ajoutée en tant que couche matricielle dans le panneau « Layers » (« Couches ») situé en bas à gauche de l'écran (flèche jaune). Cette couche nous permet d'étudier la zone environnant nos cas de maladie bien plus en détails que la simple couche de fond de carte que nous avions ajoutée précédemment. La carte avec l'orthophoto est visible à la page suivante.



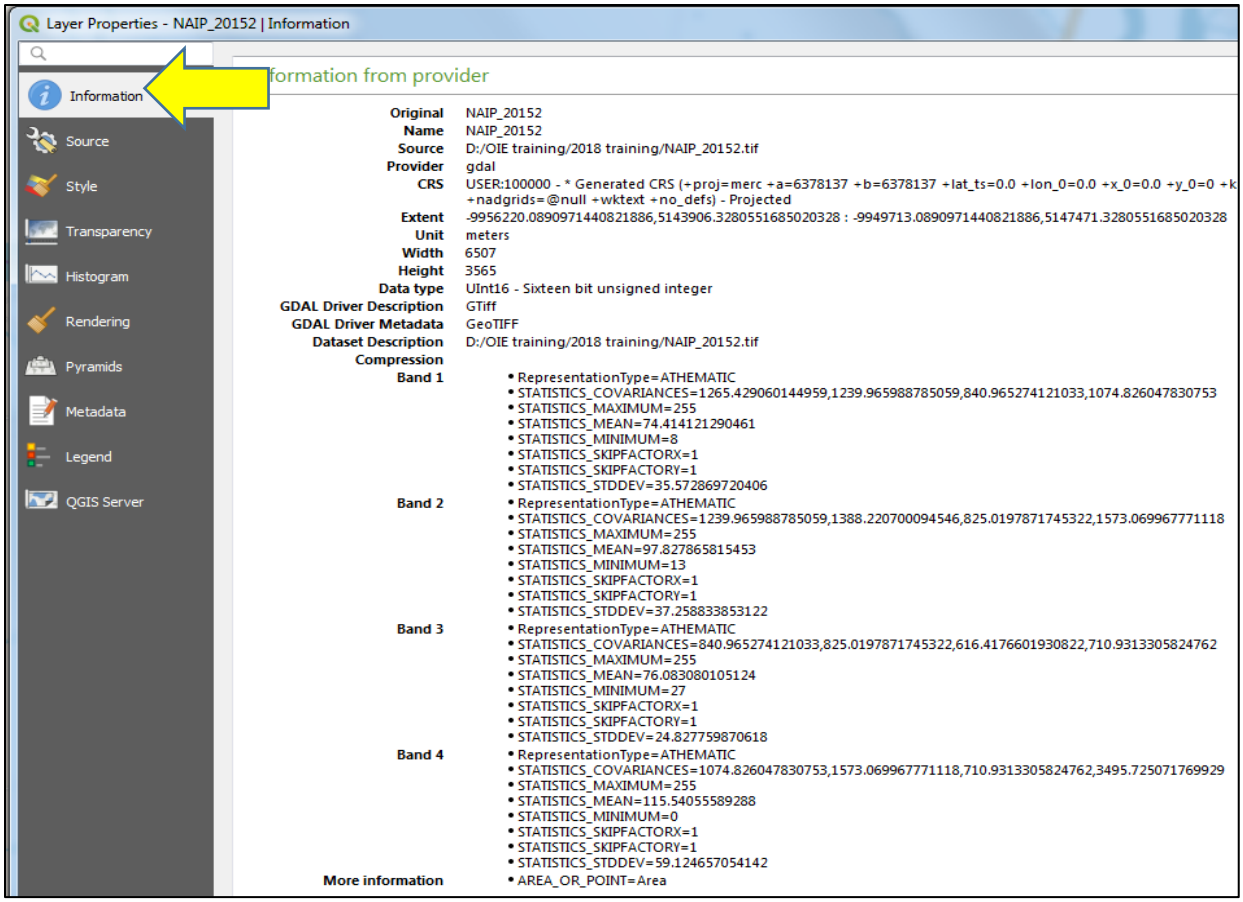

Flagg Road
IL 2
Lake Marion Road
White Oak Lane

Il est important de noter que sur la carte ci-dessus, la plupart des cas de maladie ne sont plus visibles. Nous allons aborder ce problème un peu plus loin.

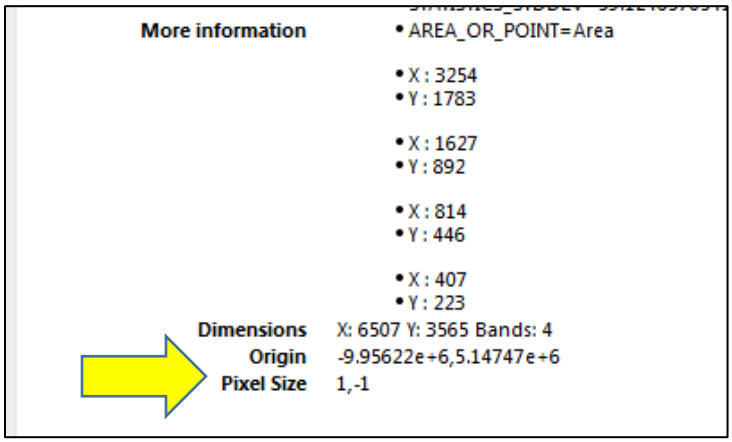
Si nous souhaitons connaître les propriétés de cette couche matricielle, par exemple la résolution de l'image matricielle, nous pouvons faire un clic droit sur le nom de la couche dans le panneau « Layers » (« Couches ») et sélectionner « Properties » (propriétés), puis cliquer sur « Information » (flèche jaune).



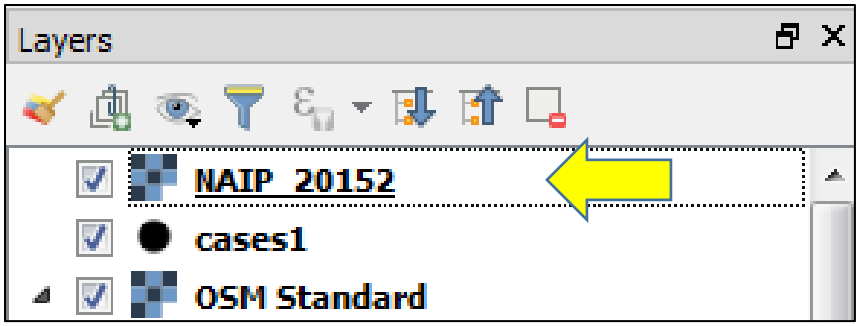
La fenêtre suivante s'ouvre ; une grande variété d'informations relatives à cette couche y figure. Sont notamment indiqués : le SCR (comme vu précédemment) ; l'unité de mesure (mètres en l'occurence) ; les dimensions de la couche (« Emprise »), indiquées par le nombre de pixels en largeur et hauteur ; le type de raster (en l'occurence GeoTiff) ; ainsi que le nombre et les caractéristiques des valeurs associées à la couche (c'est-à-dire, bande 1 à bande 4). Ces informations sont utiles pour comprendre les propriétés du fichier matriciel ; elles complètent souvent le fichier en lecture seule qui accompagne habituellement les fichiers matriciels provenant de sources fiables et elles expliquent plus en détail la structure et les propriétés du fichier matriciel.



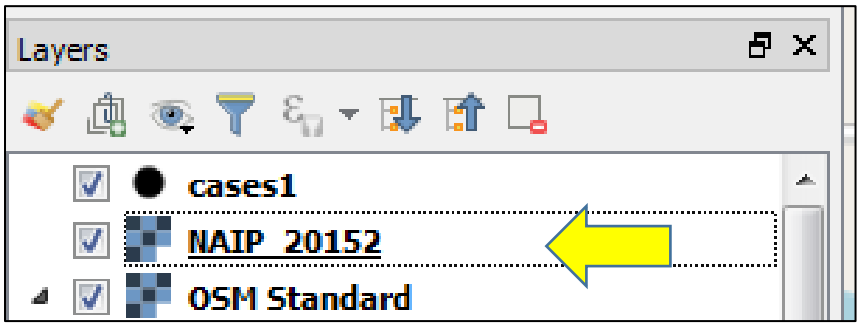
Pour connaître la résolution de l'image, nous faisons défiler cette fenêtre vers le bas et trouvons « Pixel Size » (« Taille du pixel ») (flèche jaune) qui, pour notre exemple, est de 1 mètre car les unités sont en mètres.



Revenons maintenant à notre projet et regardons-le de plus près. Comme indiqué précédemment, nous voyons que les points représentant nos cas de maladie ne sont plus visibles car la couche matricielle que nous venons d'ajouter est placée au-dessus de la couche « cases1 ». Nous pouvons visualiser l'ordre des couches de notre projet en consultant le panneau « Layers » (« Couches »). La couche située sur le dessus de la pile est notre image matricielle récemment ajoutée (flèche jaune). La deuxième couche est la couche « cases1 » et la troisième est notre couche de base « OSM Standard ». Cela ne correspond pas à ce que nous souhaitons.

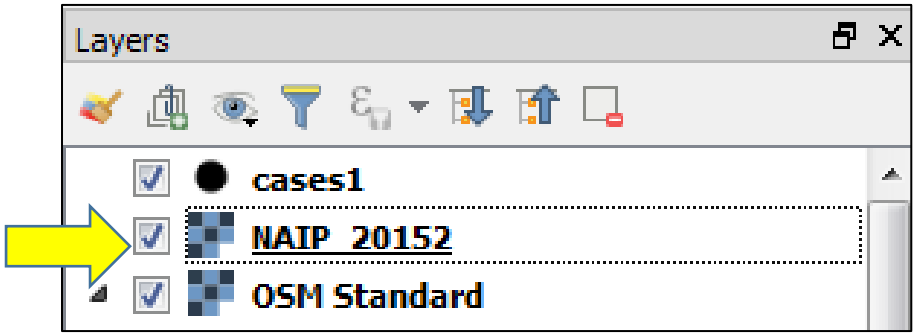


Pour placer la couche « cases1 » en haut de la pile de couches, maintenez le bouton gauche de la souris enfoncé et faites glisser la couche « cases1 » vers le haut. Nous pouvons le faire avec n'importe quelle couche afin d'obtenir l'ordre des couches approprié à notre situation particulière.

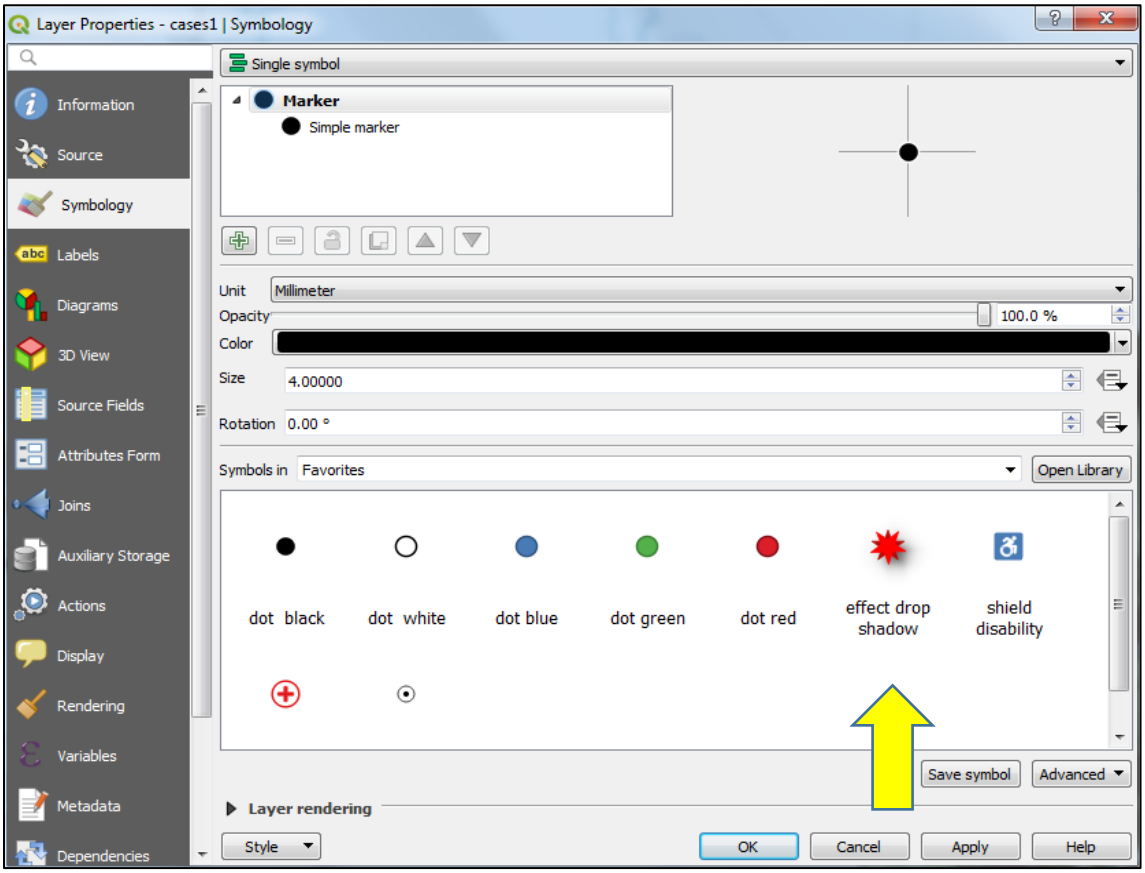


Les cas (à savoir les points noirs figurant sur la carte ci-dessous) apparaissent maintenant au-dessus de l'orthophoto.

Nous pouvons également « activer/désactiver » les couches en cliquant simplement sur la case à cocher à côté du nom de chaque couche dans le panneau « Layers » (« Couches ») (flèche jaune). Si la case à côté du nom de la couche est cochée, cela signifie qu'elle est « activée » ou visible pour l'utilisateur. Dans la figure ci-dessous, nous désactivons la couche de base OSM et celle-ci n'est plus affichée.

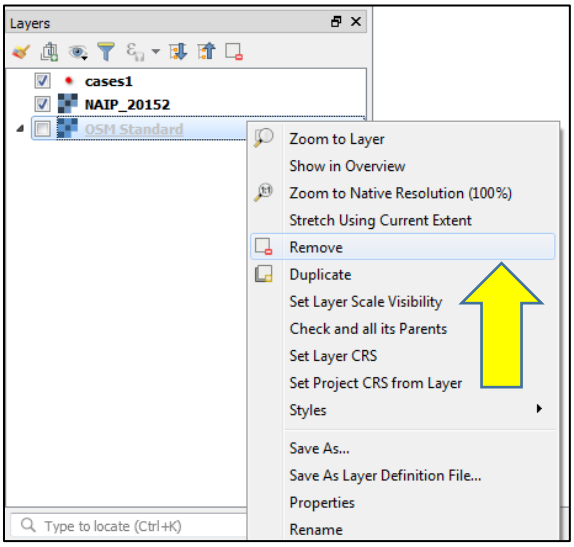


Le SIG offre également la possibilité de modifier le style, la couleur, etc. des entités. Dans notre exemple, les emplacements de nos cas de maladie sont représentés par un point noir, mais nous pouvons le modifier pour obtenir quelque chose de plus visible. Pour modifier l'apparence du symbole représentant nos cas de maladie, nous faisons un clic droit sur la couche « cases1 ». Nous sélectionnons « Properties » (propriétés), ce qui ouvre une nouvelle fenêtre. Nous sélectionnons ensuite "Symbology" (« Symbologie »).

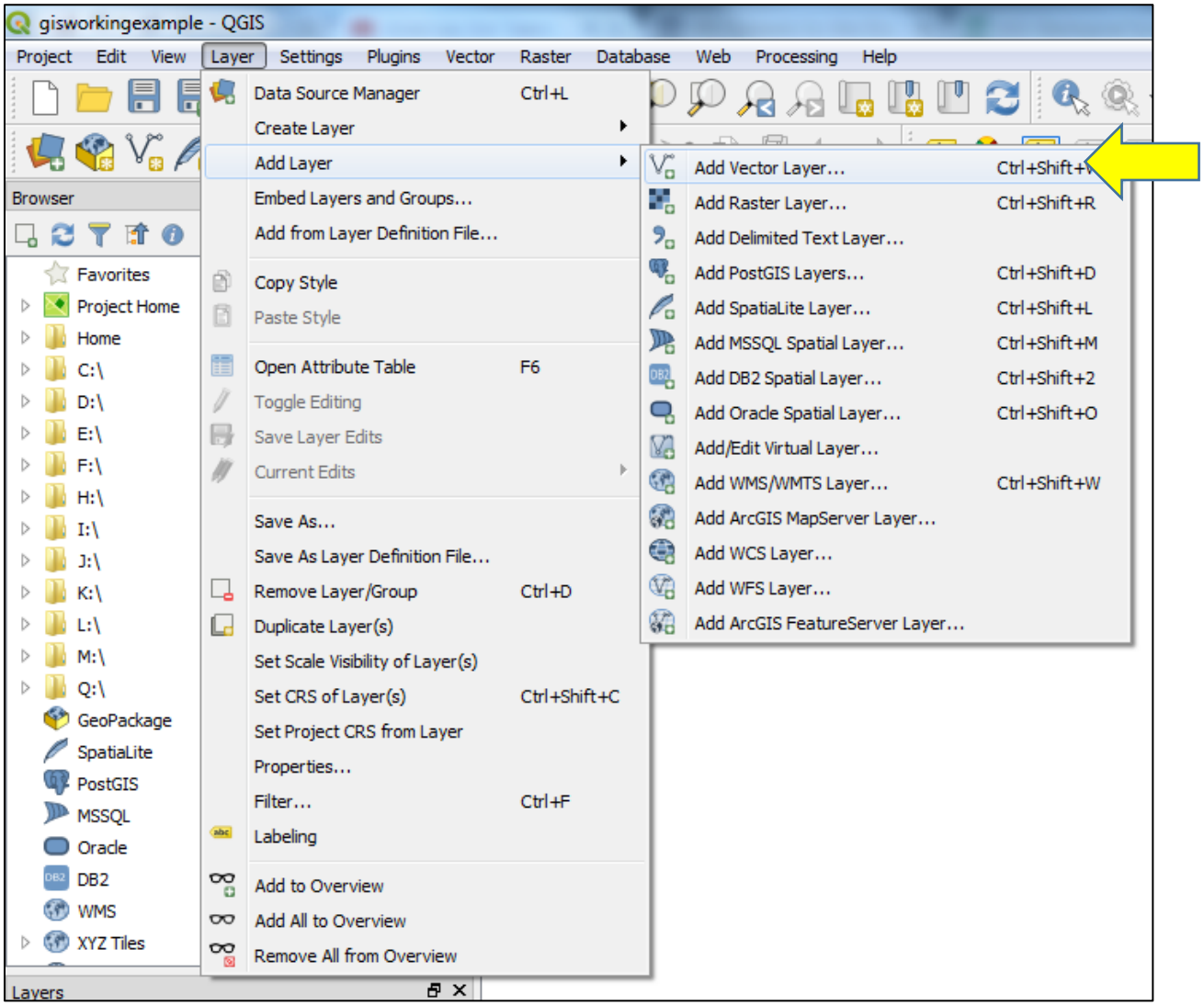


Il existe de nombreuses options pour modifier l'apparence de nos symboles. Nous allons passer à l'apparence « Effect drop shadow » (effet d'ombre portée) en cliquant sur ce nouveau type de symbole (flèche jaune), mais il y a de nombreuses autres possibilités, selon les préférences de l'utilisateur du SIG. Nous cliquons alors sur ok. Nous pouvons voir que les symboles sont maintenant beaucoup plus saillants.

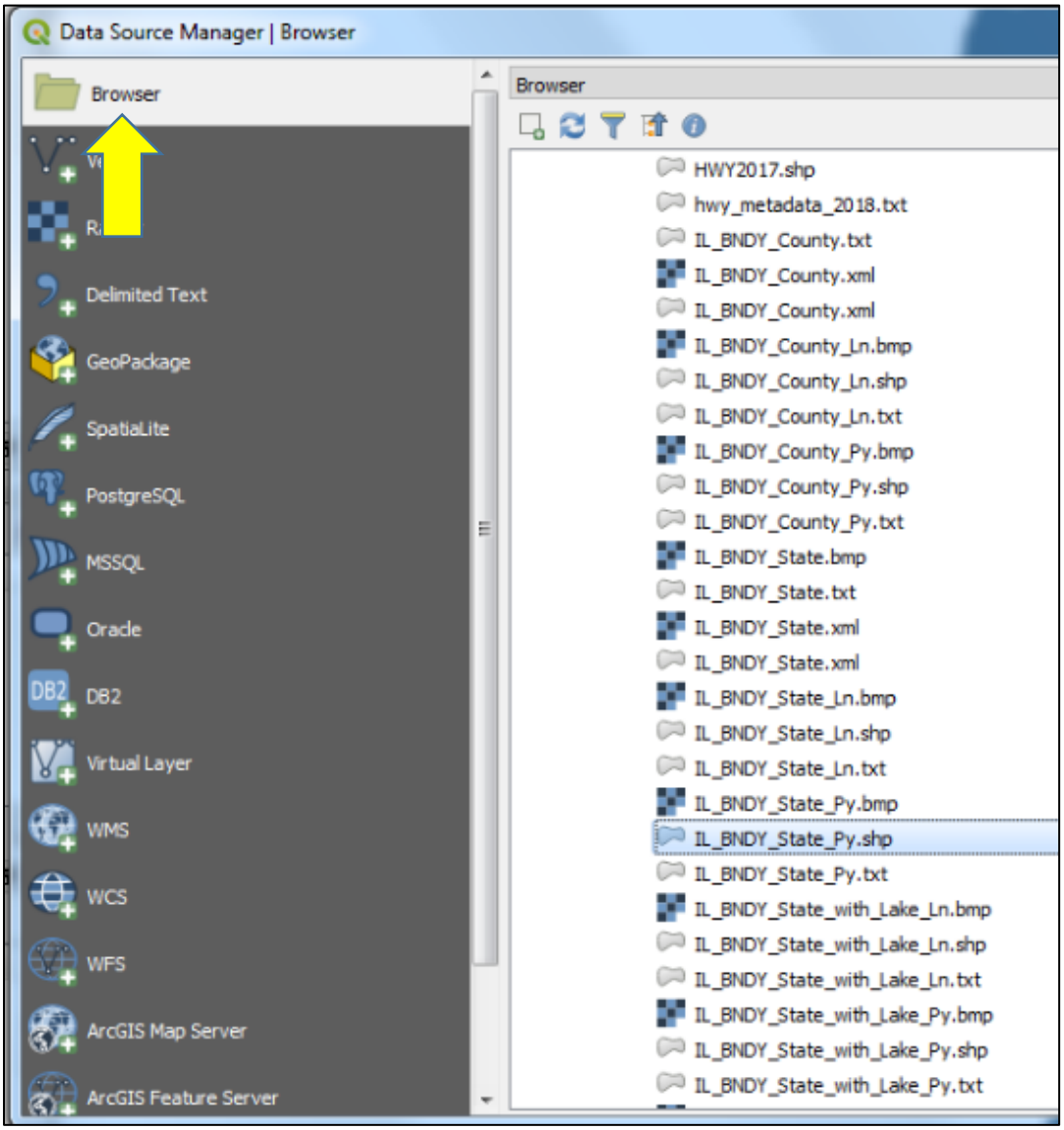
Il est également possible de supprimer des couches qui ne présentent plus d'intérêt. Pour cela, il suffit de faire un clic droit sur le nom de la couche qui ne nous intéresse plus dans le panneau « Layers » (« Couches ») et de sélectionner « Remove » (« Remove Layer » - supprimer la couche) (flèche jaune). Cela supprimera la couche dans ce projet.



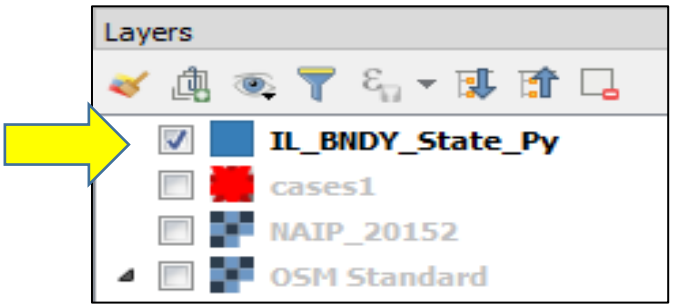
À ce stade, nous avons principalement parlé des couches de données matricielles ; toutefois, il y a aussi des couches de données vectorielles. Contrairement aux couches de données matricielles qui sont composées de pixels, les couches de données vectorielles sont créées à l'aide de calculs mathématiques qui relient des séries de points pour former des lignes ou des polygones. Elles peuvent également consister simplement en une série de points telle notre couche « cases1 ». Les données vectorielles sont à échelle modifiable, ce qui signifie que leur résolution ne change pas lorsque vous effectuez un zoom avant ou arrière sur la couche, alors que les données matricielles peuvent se pixelliser lorsque vous effectuez un zoom avant serré. Une discussion intéressante relative aux forces et aux faiblesses respectives des données matricielles et vectorielles peut être trouvée à l'adresse suivante : *https://gisgeography.com/spatial-data-types-vector-raster/* ou en effectuant une recherche sur Internet. Pour montrer comment intégrer une couche vectorielle à un projet SIG, nous allons ajouter les contours de l'Etat de l'Illinois qui est l'Etat où se situent nos cas de maladie. La couche a été téléchargée précédemment ; il s'agit d'une couche vectorielle de polygone. Pour ajouter cette couche vectorielle, sélectionnez le menu « Layer » (« Couche ») en haut de l'écran. Cliquez ensuite sur « Add Layer » (« Ajouter une couche »), puis sur « Add Vector Layer… » (« Ajouter une couche vecteur… ») (flèche jaune).



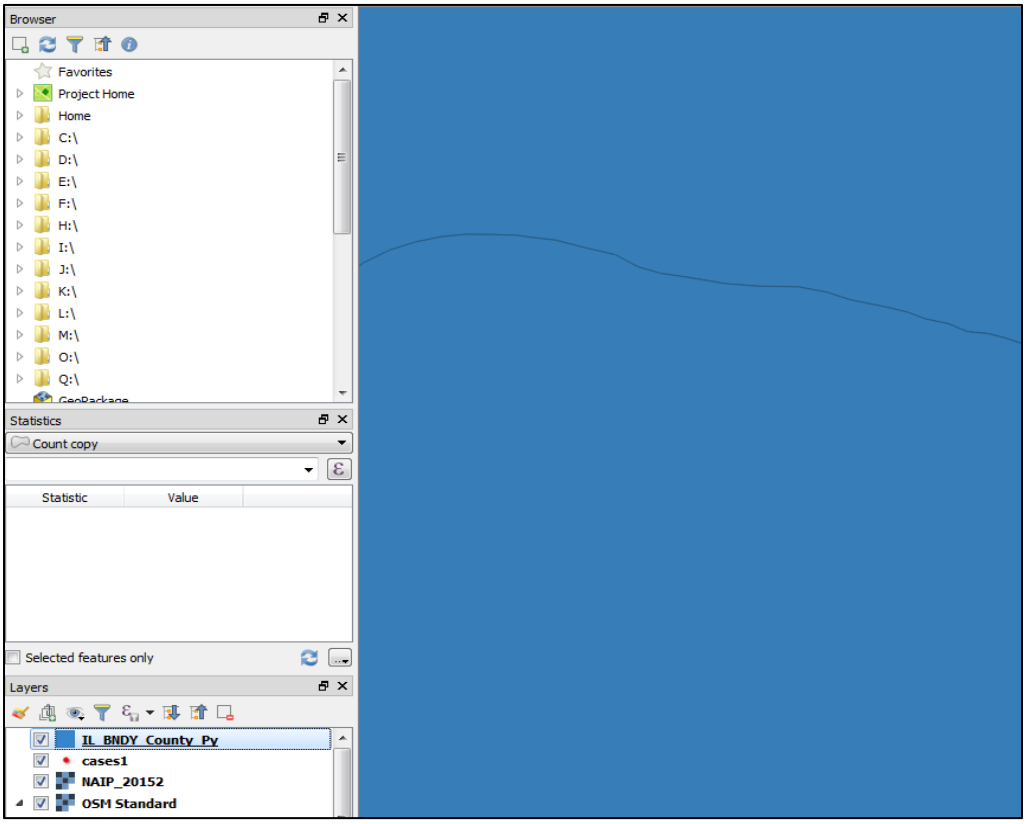
Cliquez ensuite sur « Browser » (« Explorateur ») (flèche jaune) pour accéder sur votre ordinateur local à l'emplacement de la couche. Sélectionnez la couche vectorielle que vous souhaitez ajouter au projet et double-cliquez sur son nom (par exemple, IL_BNDY_STATE_Py.shp). Fermez ensuite la fenêtre de l'explorateur.



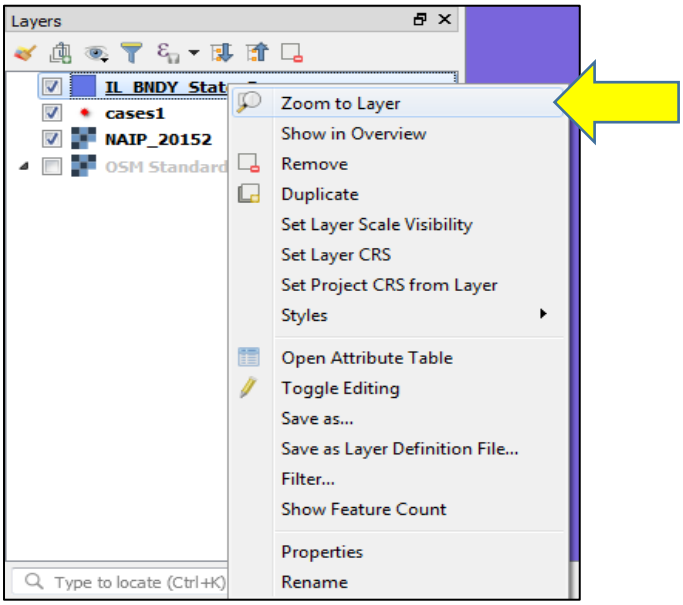
La couche va être ajoutée à votre projet et son nom apparaîtra dans le panneau « Layers » (« Couches ») situé dans le coin inférieur gauche de l'écran (flèche jaune).



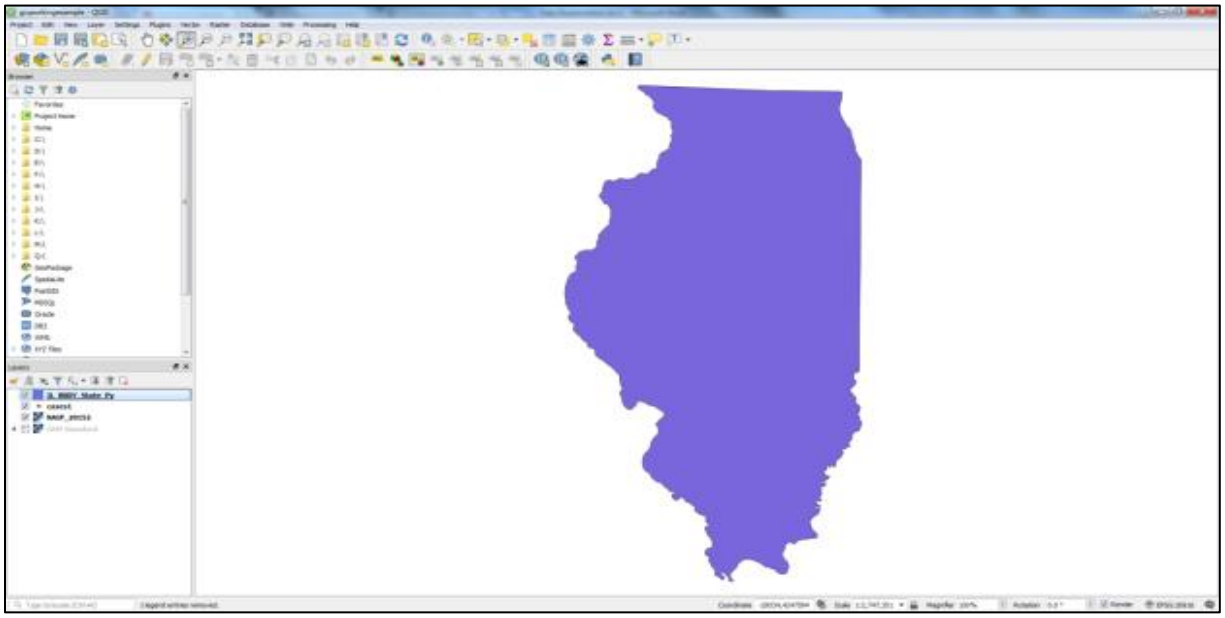
Nous ne pouvons malheureusement pas voir les limites de l'Etat car nous avons fait un zoom avant sur l'emplacement de nos cas. Comme il s'agit d'un polygone et que cette forme est « pleine », nous ne pouvons voir que la couleur violette associée au polygone. Pour voir l'étendue complète (ou emprise) de cette couche, nous devons faire un zoom arrière jusqu'à ce que les limites de la couche soient visibles.



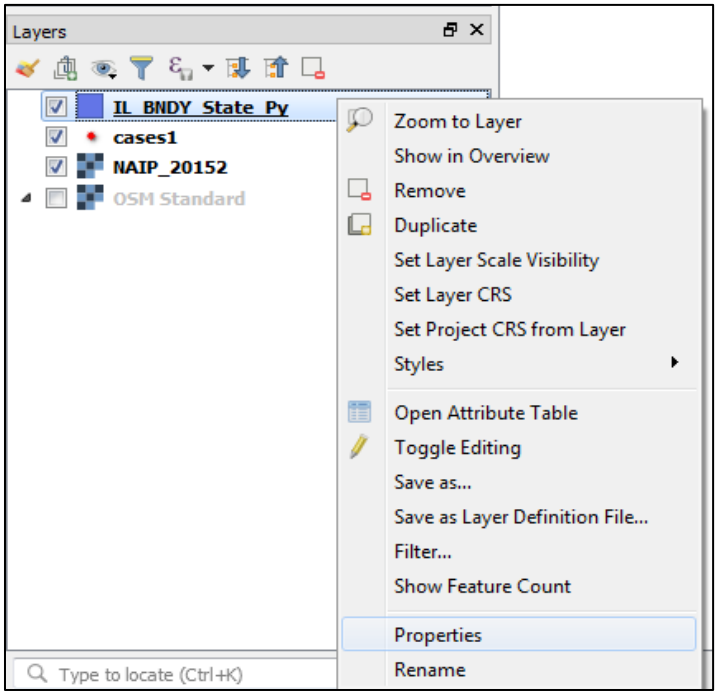
Pour effectuer un zoom arrière afin de voir l'ensemble de la couche, nous faisons un clic droit sur le nom de la couche et sélectionnons « Zoom to Layer » (« Zoomer sur la couche ») (flèche jaune).



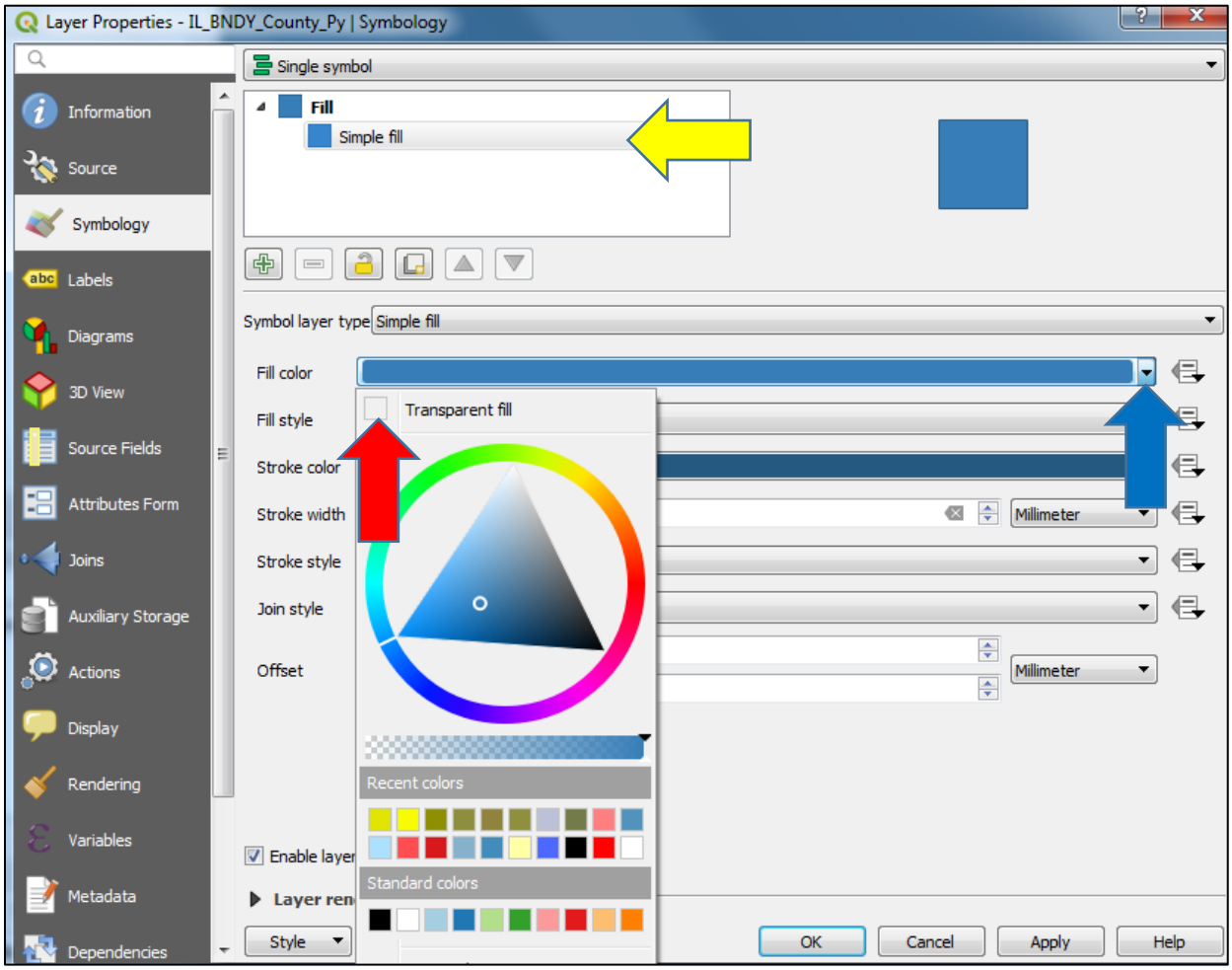
Cela augmente la surface visible de notre projet SIG et permet de visualiser la couche dans sa totalité. Nous pouvons maintenant voir les contours de l'Etat, mais nous ne pouvons plus voir nos cas de maladie car, dans la pile de couches, ils sont situés sous la carte des contours de l'Etat et le polygone est une forme pleine.



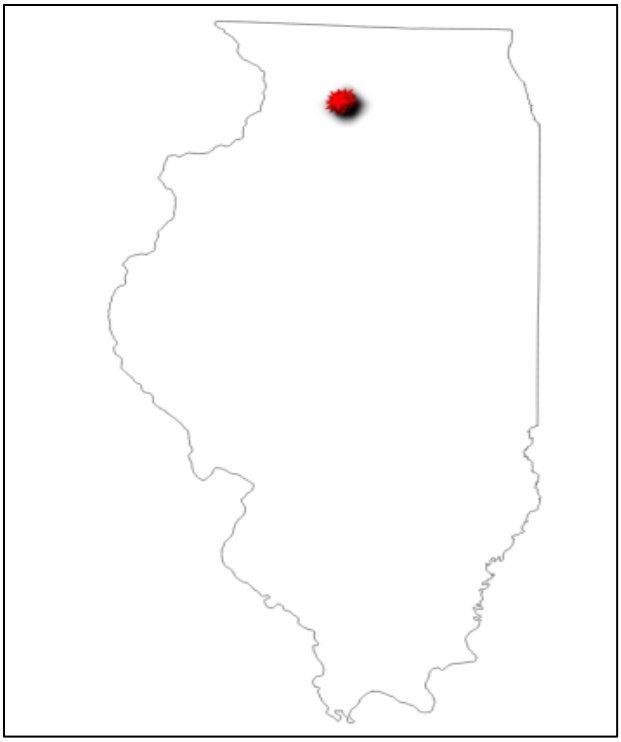
Nous pouvons déplacer la couche « cases1 » sur le dessus de la pile de couches, comme décrit précédemment, ou nous pouvons choisir de n'afficher que le contour du polygone (c'est-à-dire sans couleur de remplissage). Pour accomplir cette dernière opération, nous allons faire un clic droit sur le nom de la couche de polygone dans le panneau « Layers » (« Couches ») situé en bas à gauche de l'écran et sélectionner « Properties » (propriétés). Cela créera une nouvelle fenêtre à partir de laquelle nous sélectionnerons « Symbology » (« Symbologie »).



Dans cette fenêtre, de nombreuses options différentes sont proposées pour modifier la manière dont le polygone apparaît dans notre projet SIG. Nous voudrions que le polygone n'ait pas de couleur de remplissage. Par conséquent, nous cliquons d'abord sur « Simple fill » (« Remplissage simple ») (flèche jaune), puis sur le triangle noir à côté de « Fill color » (« Couleur de remplissage ») (flèche bleue). Cela ouvre une seconde fenêtre proposant des options pour définir la couleur avec laquelle notre polygone sera rempli. Pour que notre polygone ne soit pas rempli, nous cochons la case « Transparent fill » (« Remplissage transparent ») (flèche rouge), puis cliquons sur OK.



Un contour de l'Etat où nos cas de maladie sont survenus est créé, et nous pouvons voir où notre événement de maladie a eu lieu dans l'Etat. Le contexte spatial pour nos informations relatives à la santé de la faune sauvage en devient beaucoup plus général. Il convient de noter que ce n'est peut-être pas la meilleure façon de visualiser ces informations car, à cette échelle, l'ensemble des cas de maladie apparaît comme une série de symboles empilés les uns sur les autres. Il n'est plus possible de savoir combien de cas se sont produits et s'ils sont survenus en un seul lieu ou s'ils sont dispersés sur une plus grande étendue.



Lecture de cartes interactives

L'un des avantages de la saisie d'informations relatives à la santé de la faune sauvage dans un SIG est la possibilité de visualiser les données de manière interactive, ce qui est impossible lorsqu'on utilise des cartes statiques. Par exemple, il est facile d'effectuer un zoom avant ou arrière sur des éléments spécifiques figurant sur la carte pour comprendre leur contexte spatial à différentes échelles. Une méthode consiste à utiliser la molette de la souris pour faire un zoom avant ou arrière. Il existe également une série d'outils permettant d'effectuer un zoom avant arrière sur un projet SIG. Ceux-ci sont situés dans la barre d'outils, en haut de l'écran.

Huit outils de zoom différents peuvent être utilisés. En partant de la gauche, le premier outil (« Zoom + »), permet de sélectionner manuellement une zone rectangulaire pour effectuer un zoom *AVANT*.

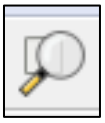
Le second outil (« Zoom – »), permet de sélectionner manuellement une zone rectangulaire pour effectuer un zoom *ARRIERE*.

Le troisième outil (« Zoomer à la résolution native ») permet de zoomer à la « résolution native ». Il permet de zoomer sur une couche matricielle jusqu'à la résolution précédant la pixellisation de l'image.

Le quatrième outil (« Zoom sur l'emprise totale »), permet de zoomer sur l'emprise totale du projet, ce qui signifie qu'un zoom arrière est effectué pour que l'emprise totale de la couche la plus étendue soit affichée.

Le cinquième outil (« Zoom sur la sélection ») est utilisé pour zoomer sur les entités sélectionnées. Nous discuterons de la sélection des entités un peu plus loin.

Le sixième outil (« Zoom sur la couche ») permet de zoomer sur l'emprise de la couche active. La couche active est la couche surlignée dans le panneau « Layers » (« Couches ») ; une couche peut être sélectionnée pour devenir la couche active en faisant un clic gauche sur son nom dans le panneau « Layers » (« Couches »).



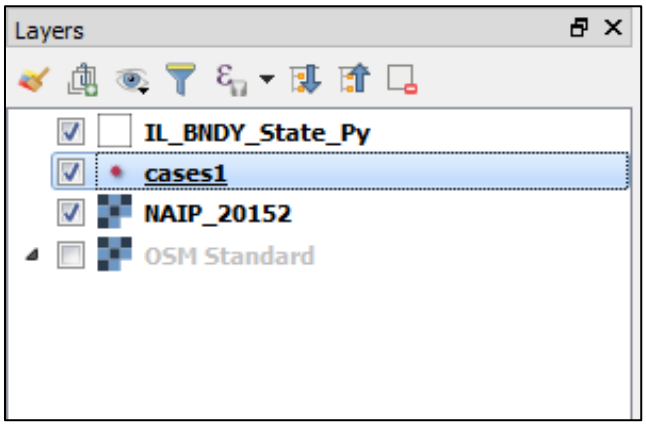
Le septième outil (« Zoom précédent ») permet de revenir à l'étendue précédente de votre projet SIG. Il s'agit essentiellement d'un bouton d'annulation pour les outils de zoom.

Enfin, le dernier outil (« Zoom suivant ») sert de bouton de restauration pour les outils de zoom.

Un autre outil utile, situé à gauche des outils de zoom sur la barre de d'outils, est l'outil « Pan map » (« Déplacer la carte ») qui permet à l'utilisateur de faire glisser ou déplacer l'écran de visualisation vers une nouvelle zone du projet SIG, tout en conservant la même résolution (c'est-à-dire sans zoom avant ou arrière).

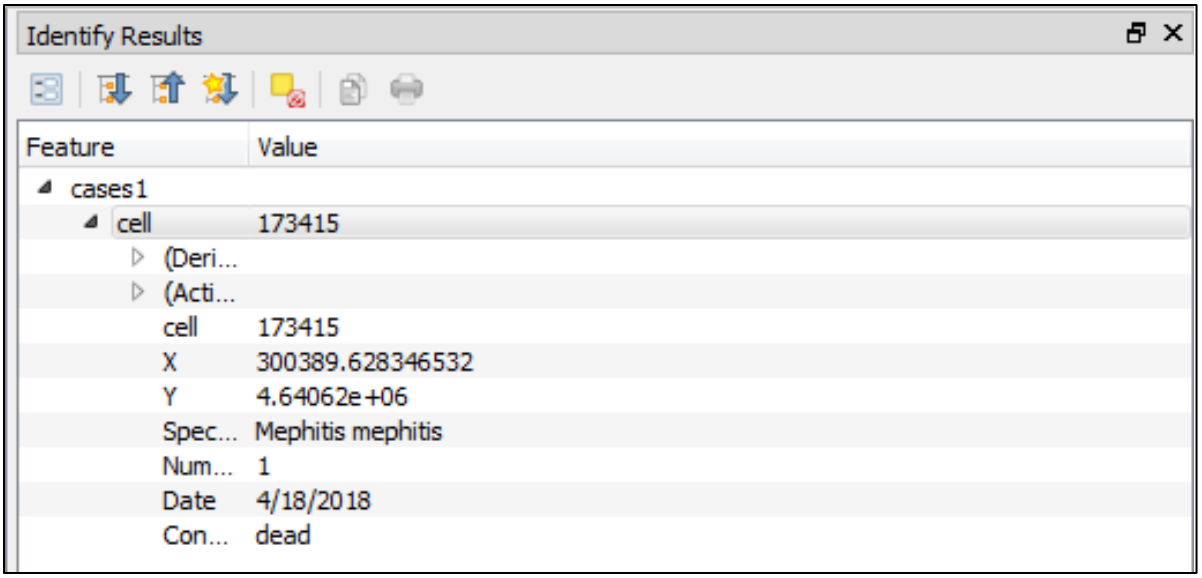
L'utilisateur peut également utiliser l'outil « Pan Map to Selection Tool » (« Déplacer la carte jusqu'à la sélection ») qui se trouve à droite de l'outil « Pan Map » (« Déplacer la carte jusqu'à la sélection ») pour effectuer une translation de la carte vers les entités sélectionnées de la couche active. Nous allons parler des entités sélectionnées un peu plus loin. Il est à noter que la fonction de chacun des outils peut être visualisée en plaçant le curseur de la souris au-dessus du bouton de l'outil dans la barre d'outils.

Un autre outil utile est l'outil « identify-tool » (« Identifier les entités »). Avec cet outil, nous pouvons faire un clic gauche sur des éléments figurant sur notre carte et voir s'afficher les informations associées aux attributs. Pour utiliser l'outil « identify-tool », effectuez en premier lieu un clic gauche sur la couche qui vous intéresse dans le panneau « Layers » (« Couches »). Cela fera de cette couche d'intérêt la couche active.

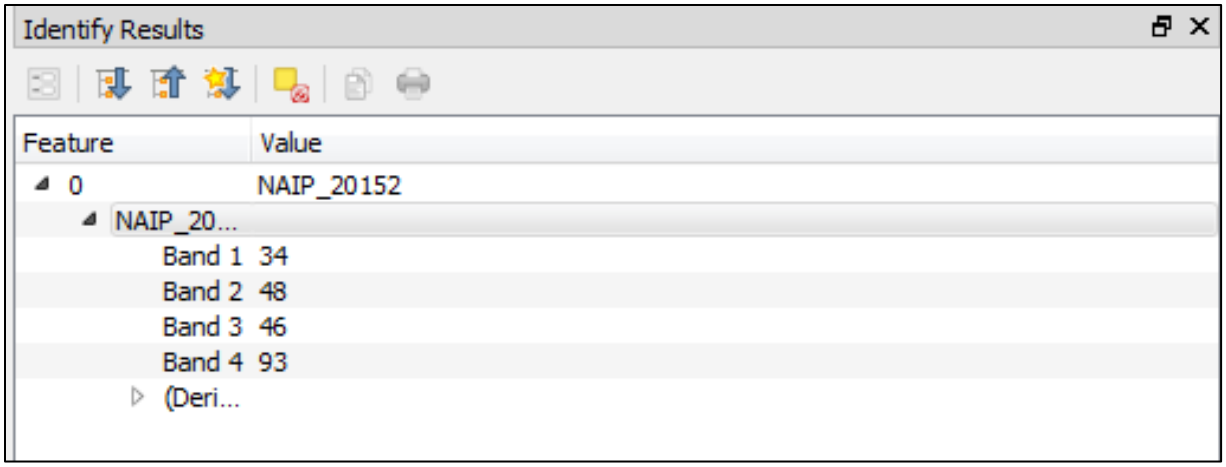


Cliquez ensuite sur l'outil « identify-tool » (« Identifier les entités ») situé dans la barre d'outils en haut de l'écran.

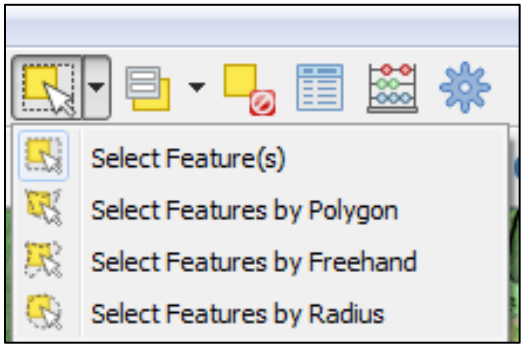
Nous faisons ensuite un clic sur n'importe quelle entité figurant dans notre couche d'intérêt et un panneau s'ouvre sur la droite de l'écran, dans lequel toutes les informations d'attributs associées à cette entité sont présentées. Dans notre exemple, après avoir cliqué sur l'icône de l'outil « identify-tool » (« Identifier les entités »), nous avons cliqué sur le symbole d'un des cas de maladie (flèche jaune) et nous pouvons voir toutes les informations associées à ce cas dans le panneau des résultats d'identification.



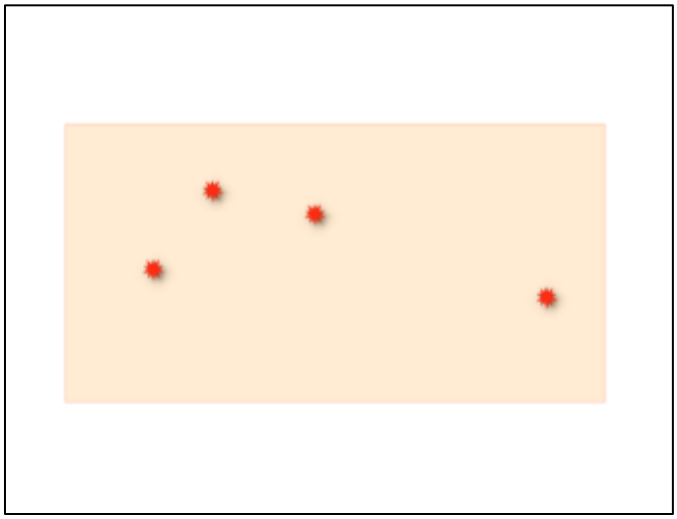
Il s'agit des informations pour ce cas, issues de notre tableau .csv d'origine utilisé pour créer la couche. L'outil « identify-tool » (« Identifier les entités ») peut être utilisé aussi bien sur des couches de données vectorielles, comme montré ici, que sur des couches de données matricielles. Ce dernier fournira des informations sur les valeurs individuelles des pixels. La fenêtre suivante montre les résultats d'identification lorsqu'une couche matricielle est active, en l'occurrence l'orthophoto.



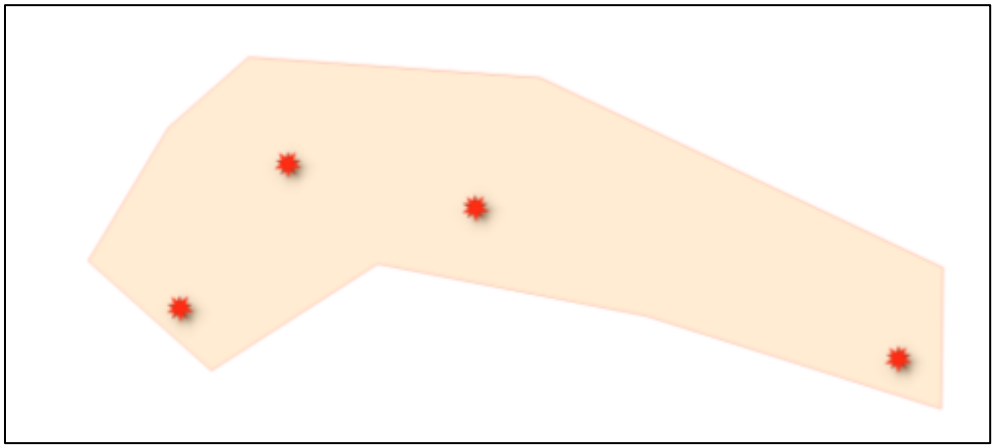
Nous pouvons également sélectionner les entités d'une zone à l'aide de l'outil « Select Features by area or single click tool » (« Sélectionner les entités avec un rectangle ou un simple clic »).



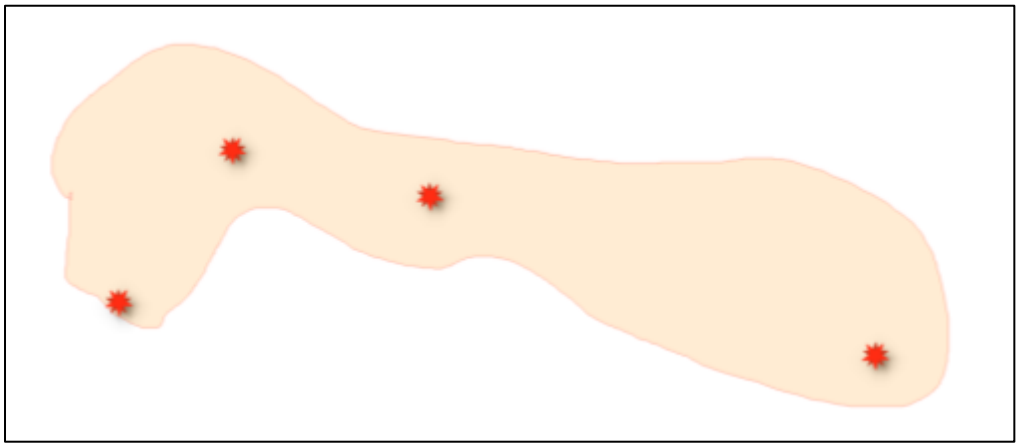
Quatre options sont disponibles pour cet outil. La première vous permet de sélectionner les entités d'une zone en utilisant un rectangle que vous définissez en cliquant sur et en gardant enfoncé le bouton gauche de la souris et en la faisant glisser sur les éléments qui vous intéressent, comme montré ci-dessous.



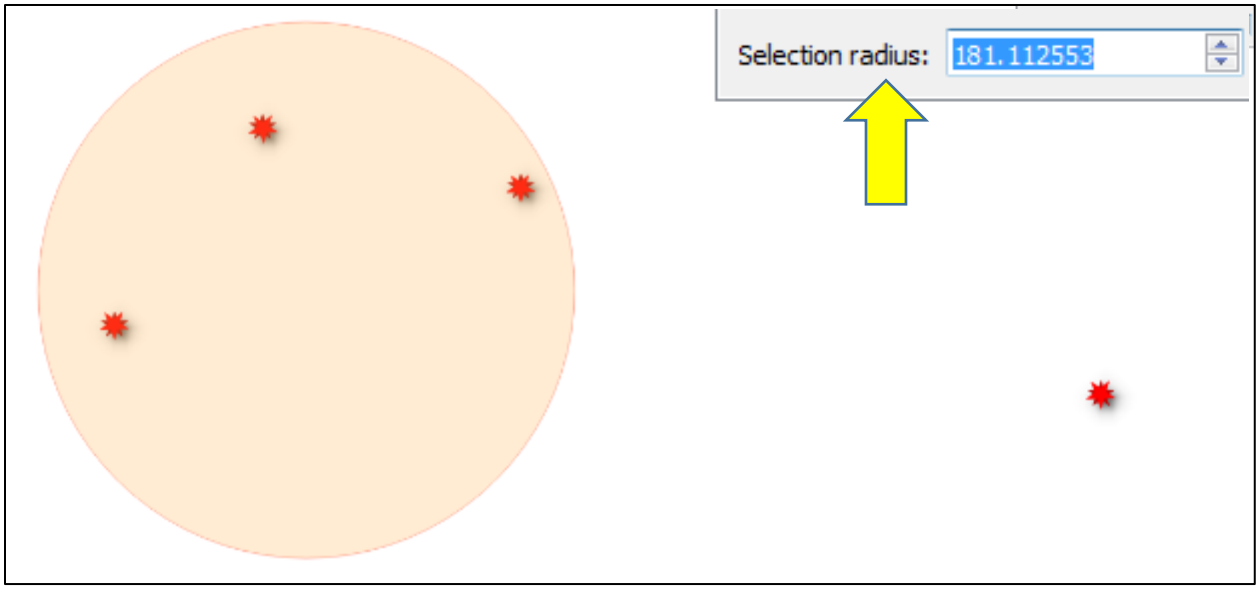
La deuxième option vous permet de créer un polygone non rectangulaire pour sélectionner des entités. Cette opération est réalisée en cliquant avec le bouton gauche de la souris pour créer les sommets du polygone, puis en faisant un clic droit pour fermer le polygone.



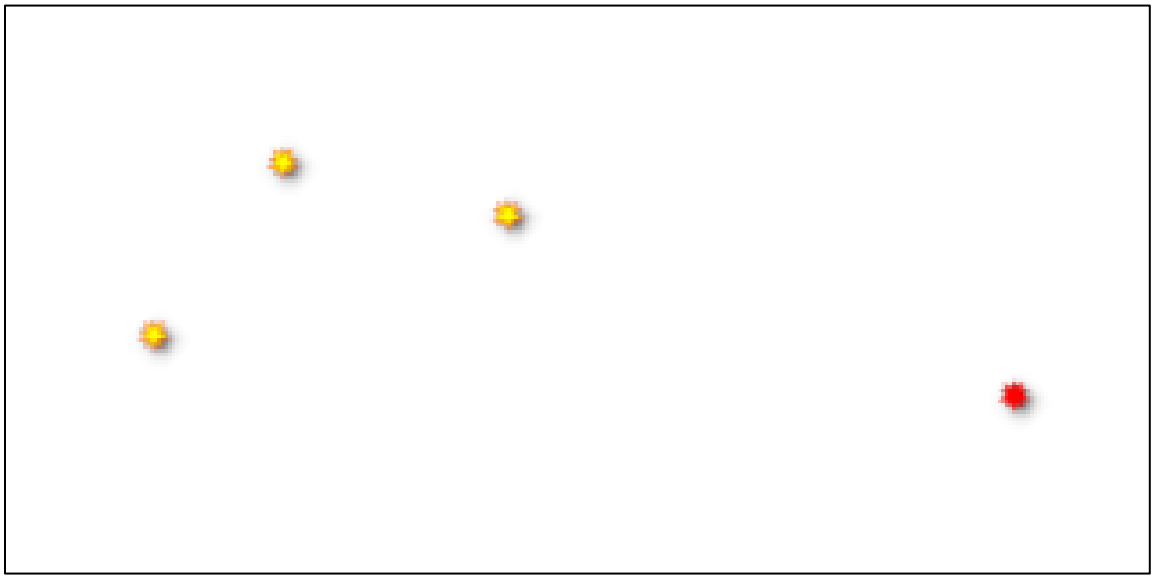
La troisième option permet à l'utilisateur de sélectionner les entités à main levée. Cela signifie que vous pouvez simplement tracer un trait autour des entités que vous souhaitez sélectionner. Lorsque votre tracé inclut les entités que vous souhaitez sélectionner, cliquez avec le bouton gauche de la souris.



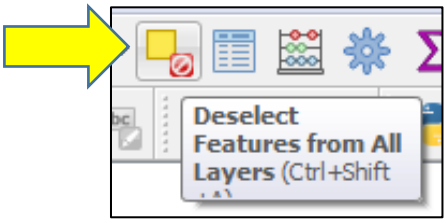
La dernière option permet de sélectionner des entités selon un rayon, en traçant un cercle autour des entités d'intérêt. Pour utiliser cet outil, vous devez d'abord faire un clic gauche à l'endroit où vous souhaitez placer le centre du cercle. Utilisez ensuite votre souris pour tracer le cercle ou indiquez le rayon manuellement dans la boîte de dialogue (flèche jaune). Lorsque votre cercle inclut les entités que vous souhaitez sélectionner, cliquez avec le bouton gauche de la souris. Il est également important de noter que lorsque vous utilisez cette option, vous pouvez aussi faire un clic avec le bouton droit de la souris, ce qui permet de supprimer la zone de sélection en cours et de retracer une zone de sélection qui vous intéresse.



Lorsque des entités sont sélectionnées à l'aide de l'outil « Select Features… » (« Sélectionner les entités… »), elles seront mises en évidence dans une couleur différente. Dans l'image ci-dessous, les entités ont été sélectionnées selon un rayon (image ci-dessus) et apparaissent en jaune et non plus en rouge, afin d'indiquer qu'elles ont été sélectionnées.



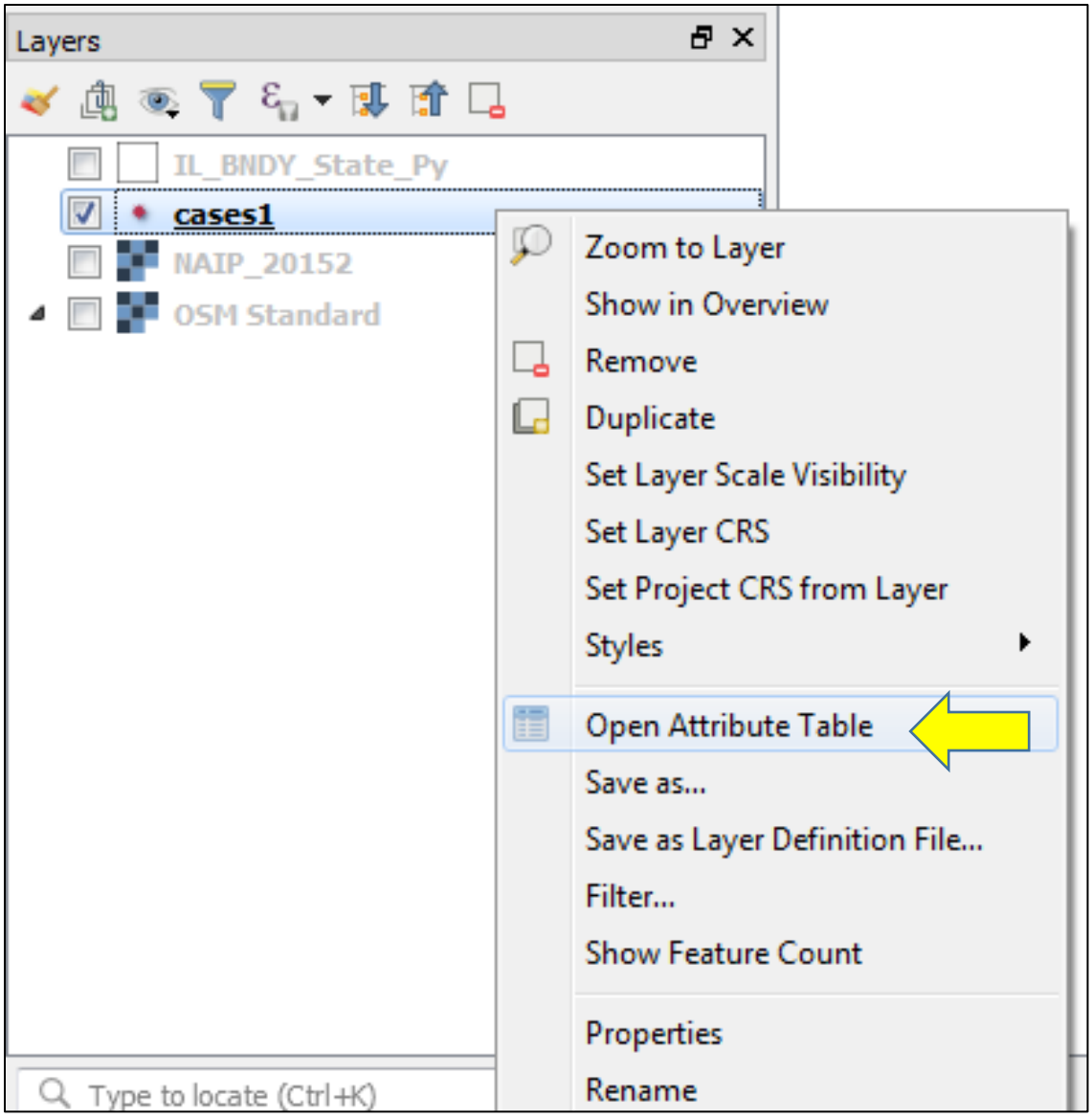
Pour désélectionner des entités, cliquez simplement sur l'outil « Deselect Features tool » (« Désélectionner toutes les entités ») situé dans la barre d'outils en haut de l'écran.



Il y a plusieurs autres outils disponibles en haut de l'écran dont nous ne parlerons pas. Nous vous encourageons toutefois à explorer ces fonctions supplémentaires de QGIS. Le menu « Help » (« Table des matières de l'aide ») de QGIS, situé en haut de l'écran, et la documentation QGIS (*https://qgis.org/fr/docs/index.html)* sont appropriés pour débuter l'étude des fonctionnalités de ces différents outils.

Informations d'attribut

Nous avons mentionné précédemment que l'une des forces du SIG est sa capacité d'entrelacer ou de connecter des données spatiales. Jusqu'ici, nous nous sommes attachés à décrire la façon de regrouper ces ensembles de données spatiales et de les visualiser de manière interactive dans QGIS. Toutefois, nous ne sommes généralement pas seulement intéressés par les entités (c'est-à-dire les points, les lignes, les polygones, etc.) de chaque couche, mais aussi par les informations d'attributs (ou informations descriptives) associées à chacune de ces entités. Les informations d'attributs sont les données liées à l'entité. Dans certains cas, il peut s'agir simplement du type d'entité et de sa localisation géographique. Dans d'autres cas, tels que dans notre exemple (à savoir la couche « cases1 »), d'autres données pertinentes sont associées à chaque localisation. Par exemple, les informations des attributs pour la couche « cases1 » incluent l'espèce, le nombre d'animaux affectés et l'état de l'animal lors de sa découverte. Il est facile d'accéder aux informations d'attributs associées à une couche. Tout d'abord, effectuez un clic droit sur la couche d'intérêt dans le panneau « Layers » (« Couches ») et sélectionnez « Open Attribute Table » (« Ouvrir la table d'attributs ») (flèche jaune).



Cela ouvre la table d'attributs où figurent toutes les informations pour chacune des entités de la couche. Il est intéressant de noter que dans notre exemple, le tableau est le même que dans le fichier .csv que nous avons utilisé initialement pour créer la couche. Dans ce tableau, chaque ligne correspond à une entité unique de la table d'attributs. Notre couche contient donc treize entités distinctes. La table peut être triée à partir de n'importe quelle colonne, en cliquant sur l'en-tête de la colonne (flèche jaune). Il convient de noter que le tri dans la table d'attributs n'aura aucune incidence sur la carte.

cases1 :: Features Total: 13, Filtered: 13, Selected: 0

	cell	X	Y	Species	Number Affected	Date	Condition
1	171420	301457.8851033...	4.64243e+06	Mephitis mephitis	1	5/6/2018	dead
2	173898	300955.7100755...	4.64044e+06	Procyon lotor	1	5/30/2018	neurologic signs
3	173567	300563.5555396...	4.64058e+06	Mephitis mephitis	1	4/30/2018	aggressive beha...
4	174637	303228.4314714...	4.63993e+06	Mephitis mephitis	1	4/12/2018	neurologic signs
5	173823	300289.3285808...	4.64049e+06	Mephitis mephitis	1	4/23/2018	road-kill
6	175511	296153.0639728...	4.63891e+06	Mephitis mephitis	2	4/13/2018	dead
7	173295	298285.5810643...	4.64068e+06	Mephitis mephitis	1	4/15/2018	dead
8	173415	300389.6283465...	4.64062e+06	Mephitis mephitis	1	4/18/2018	dead
9	172570	300243.7372987...	4.64137e+06	Procyon lotor	1	4/26/2018	neurologic signs
10	174270	299496.1526369...	4.64023e+06	Mephitis mephitis	1	4/20/2018	dead
11	172272	300936.0176167...	4.64173e+06	Procyon lotor	1	5/2/2018	dead
12	169073	302551.3732611...	4.64414e+06	Mephitis mephitis	1	5/4/2018	aggressive beha...
13	170276	297001.9119184...	4.6433e+06	Mephitis mephitis	1	5/15/2018	neurologic signs

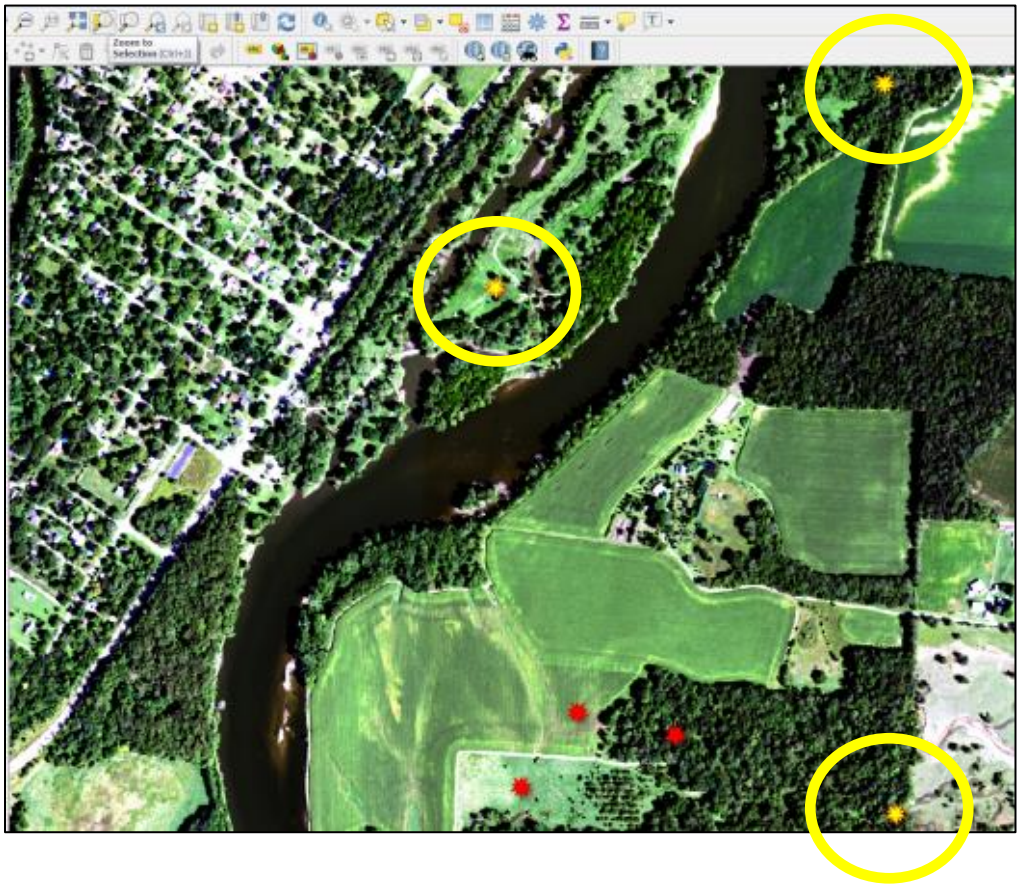
Show All Features

Nous avons montré comment sélectionner des entités manuellement dans la fenêtre de visualisation d'une carte. La table d'attributs peut également être utilisée pour sélectionner des entités, en effectuant un clic gauche avec la souris sur le numéro de la ligne, ce qui surlignera celle-ci. Cette opération est utile pour déterminer où se trouvent les entités possédant certains attributs dans la fenêtre de visualisation. Supposons par exemple que nous souhaitons savoir où sont localisés tous les cas concernant des ratons laveurs (*Procyon lotor* ; photo). Tout en maintenant la touche Ctrl du clavier enfoncée, nous effectuons un clic gauche avec la souris sur tous les numéros de lignes pour lesquelles l'espèce indiquée est *Procyon Lotor*.

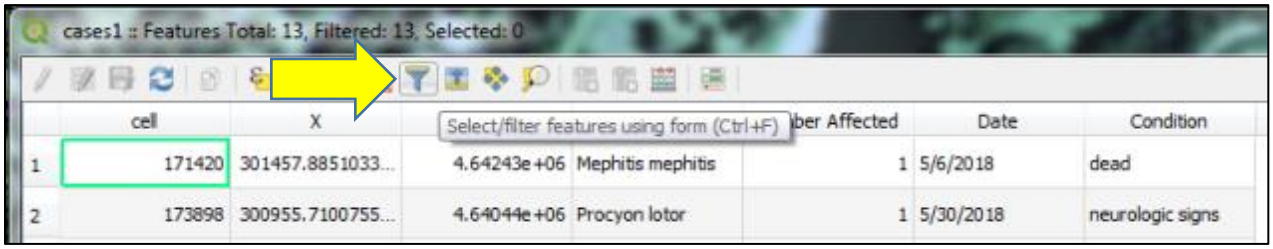
cases1 :: Features Total: 13, Filtered: 13, Selected: 3

	cell	X	Y	Species	Number Affected	Date	Condition
1	171420	301457.8851033...	4.64243e+06	Mephitis mephitis	1	5/6/2018	dead
2	173898	300955.7100755...	4.64044e+06	Procyon lotor	1	5/30/2018	neurologic signs
3	173567	300563.5555396...	4.64058e+06	Mephitis mephitis	1	4/30/2018	aggressive beha...
4	174637	303228.4314714...	4.63993e+06	Mephitis mephitis	1	4/12/2018	neurologic signs
5	173823	300289.3285808...	4.64049e+06	Mephitis mephitis	1	4/23/2018	road-kill
6	175511	296153.0639728...	4.63891e+06	Mephitis mephitis	2	4/13/2018	dead
7	173295	298285.5810643...	4.64068e+06	Mephitis mephitis	1	4/15/2018	dead
8	173415	300389.6283465...	4.64062e+06	Mephitis mephitis	1	4/18/2018	dead
9	172570	300243.7372987...	4.64137e+06	Procyon lotor	1	4/26/2018	neurologic signs
10	174270	299496.1526369...	4.64023e+06	Mephitis mephitis	1	4/20/2018	dead
11	172272	300936.0176167...	4.64173e+06	Procyon lotor	1	5/2/2018	dead
12	169073	302551.3732611...	4.64414e+06	Mephitis mephitis	1	5/4/2018	aggressive beha...
13	170276	297001.9119184...	4.6433e+06	Mephitis mephitis	1	5/15/2018	neurologic signs

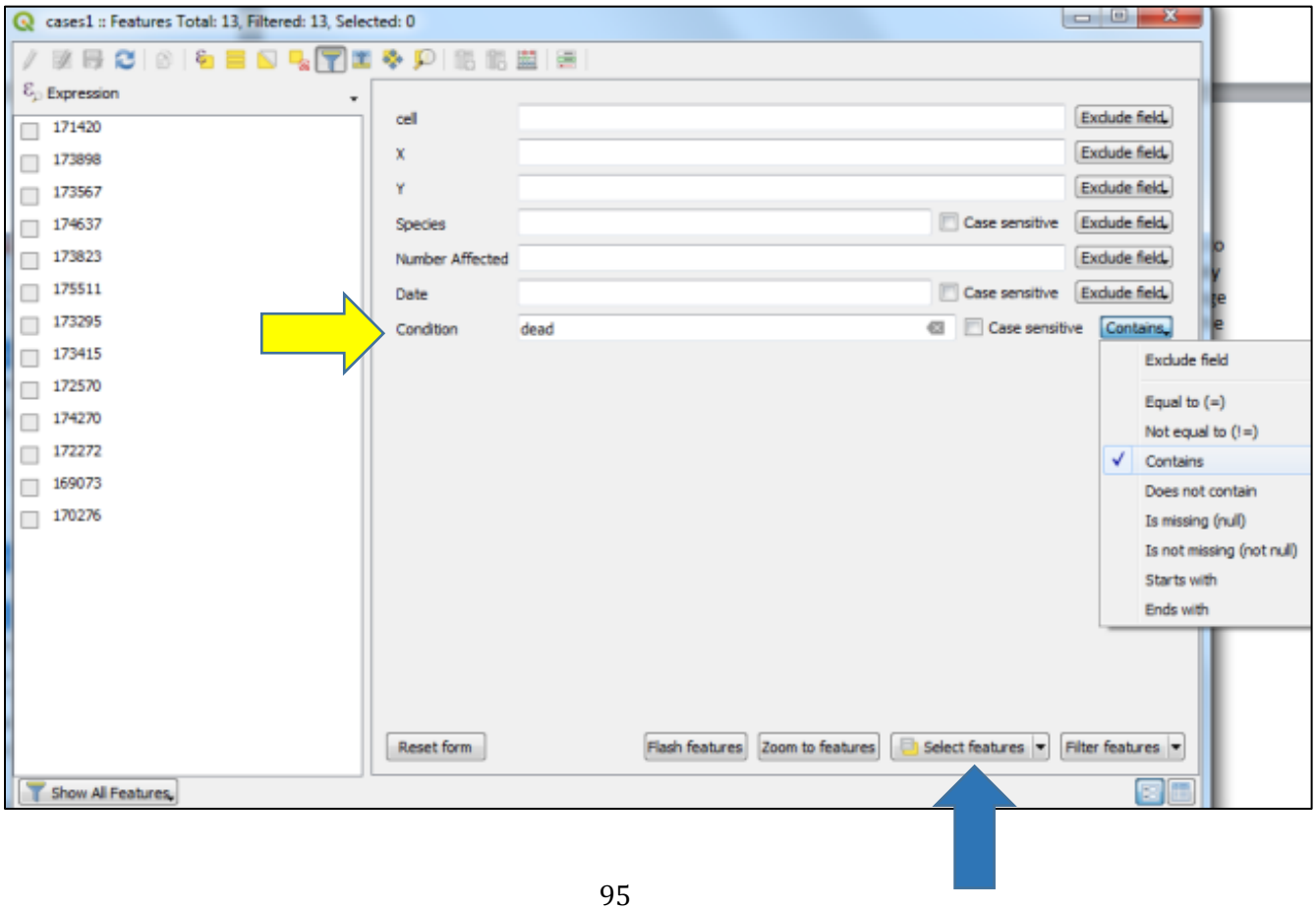
Nous cliquons ensuite sur l'outil « Zoom to selected features » (« Zoom sur la sélection »). Cela redimensionnera notre fenêtre de visualisation de sorte que toutes les entités associées aux cas de raton laveur apparaissent dans la fenêtre ; elles seront mises en évidence en jaune (cercles jaunes) alors que les entités des autres espèces resteront en rouge.



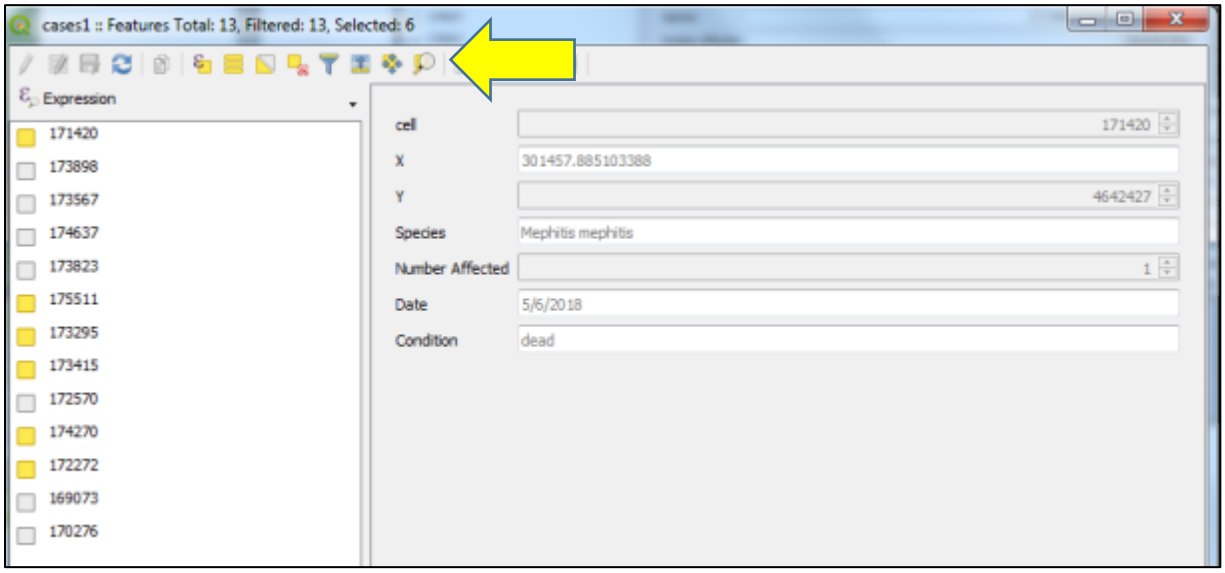
Cette fonctionnalité est un moyen utile pour afficher nos données d'attributs de manières différentes. QGIS propose également des outils pour sélectionner des entités selon leurs attributs à l'aide de l'outil « Select/filter features using form » (« Sélectionner/filtrer les entités en utilisant le formulaire ») qui permet essentiellement de créer des requêtes portant sur nos informations d'attributs. Cet outil est particulièrement utile lorsque la couche contient un grand nombre d'entités, ce qui peut rendre la sélection manuelle fastidieuse et sujette aux erreurs. Pour accéder à cet outil, ouvrez la table d'attributs de la couche d'intérêt, puis cliquez sur l'icône (flèche jaune), comme indiqué ci-dessous.



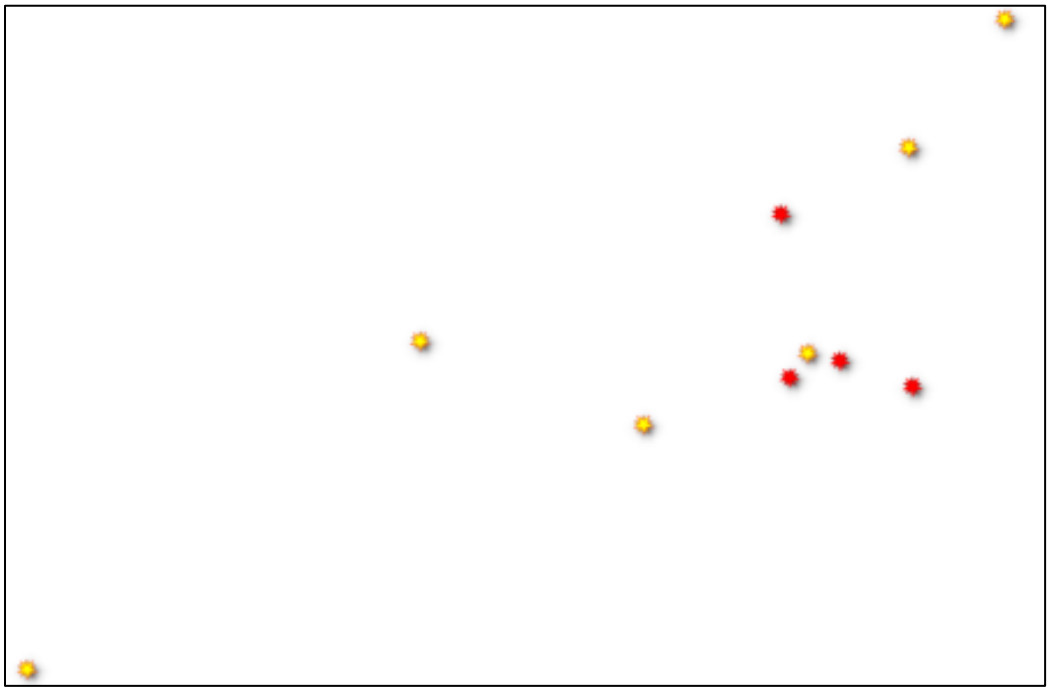
La fenêtre de dialogue suivante s'ouvre et nous permet de créer une requête relative aux informations d'attributs. Pour cet exemple, nous allons sélectionner toutes les entités pour lesquelles l'état enregistré pour le cas de maladie était « dead » (mort). Nous écrivons donc « dead » dans la ligne « Condition » (état) (flèche jaune), puis nous effectuons un clic gauche avec la souris sur le bouton situé à l'extrémité droite de la ligne. Cela ouvre un menu dans lequel nous sélectionnons « Contains (« contient »). Notre requête est donc la suivante : sélectionner dans la table d'attributs toutes les entités pour lesquelles « Condition » (état) contient « Dead » (mort). Nous cliquons ensuite sur le bouton « Select features » (« Sélectionner les entités ») (flèche bleue) situé au bas de la fenêtre afin d'exécuter notre requête.



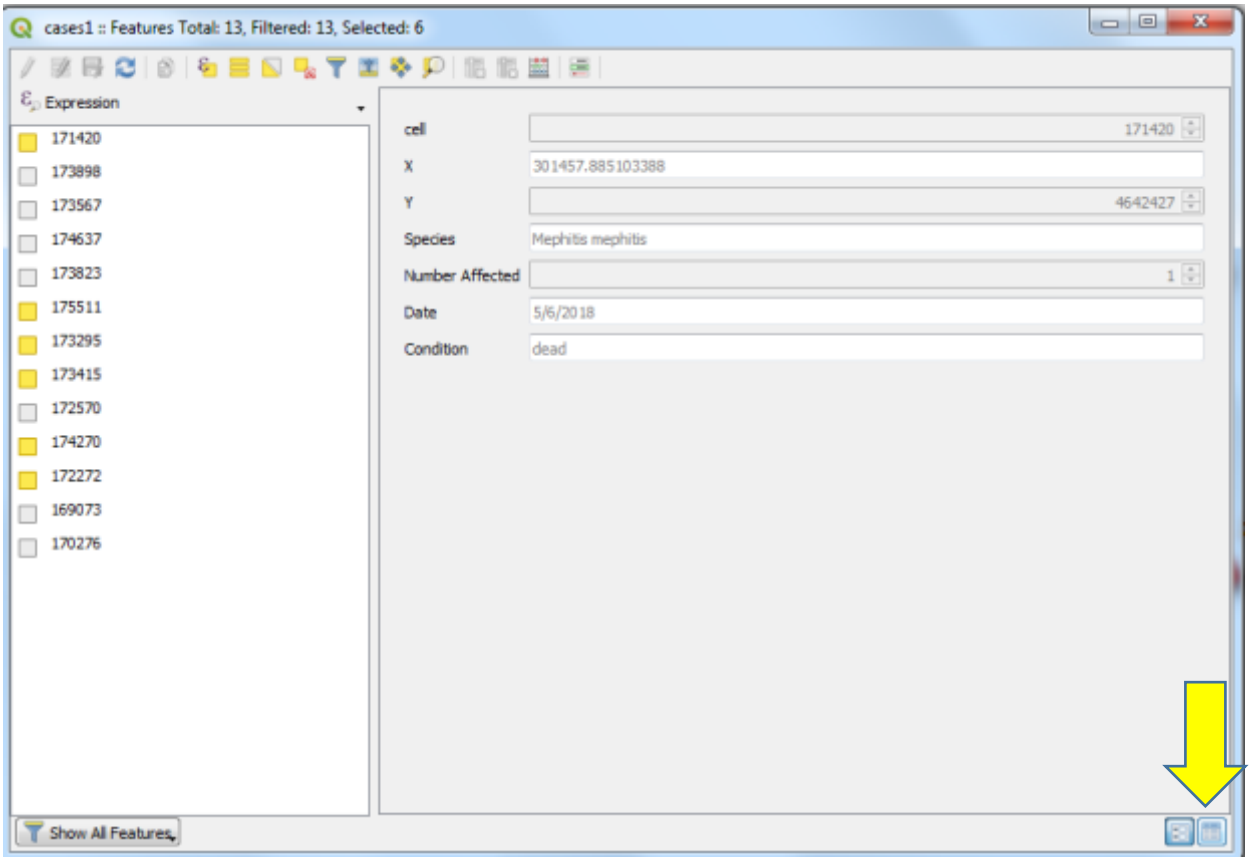
Cette requête permet de déterminer qu'il existe six entités pour lesquels l'état renseigné pour le cas de maladie était « dead » (mort). Ils sont mis en évidence par la case en jaune sur le côté gauche de l'écran.



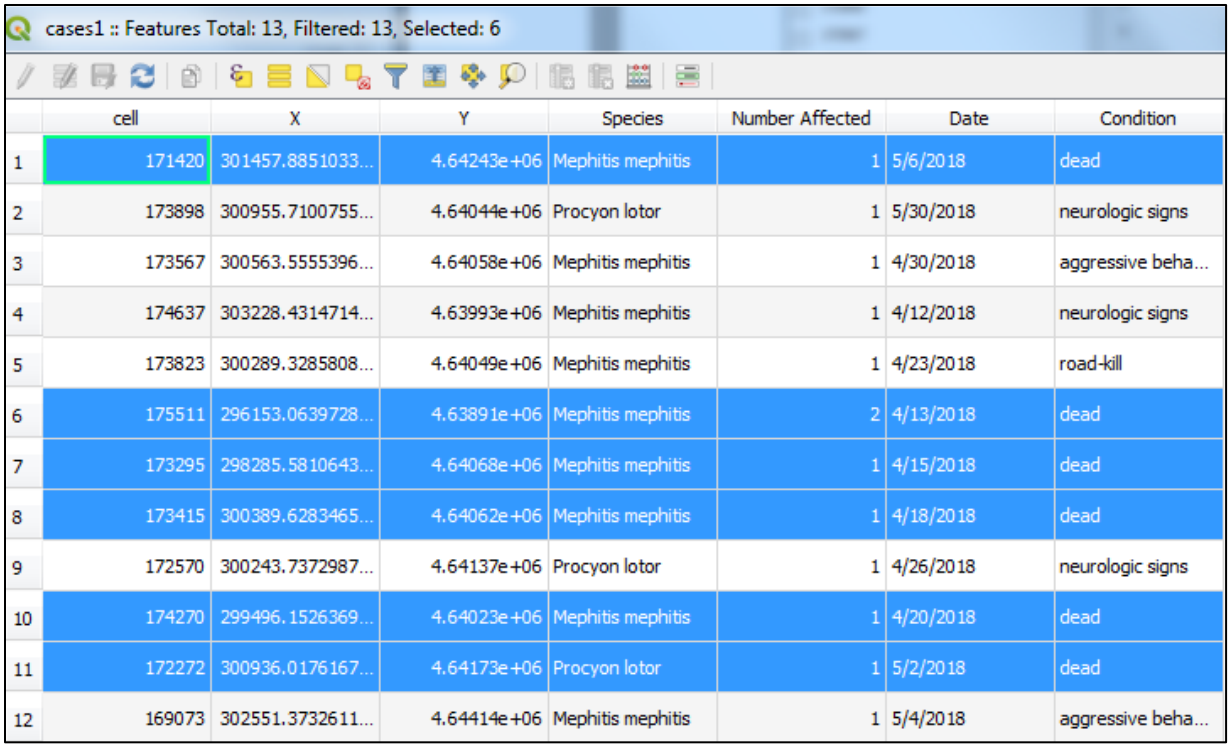
Pour visualiser ces entités sélectionnées, nous cliquons sur l'outil « Select features using form » (« Zoomer la carte sur les lignes sélectionnées ») (flèche jaune ci-dessus). Nous pouvons voir que les six entités sélectionnées apparaissent sous forme d'icônes jaunes et que les entités non sélectionnées figurent en rouge.



Pour quitter la vue de la requête « Select/filter features using form » (« Sélectionner/filtrer les entités en utilisant le formulaire »), et revenir à la vue de la table d'attributs, faites un clic gauche sur l'icône en bas à droite (flèche jaune).

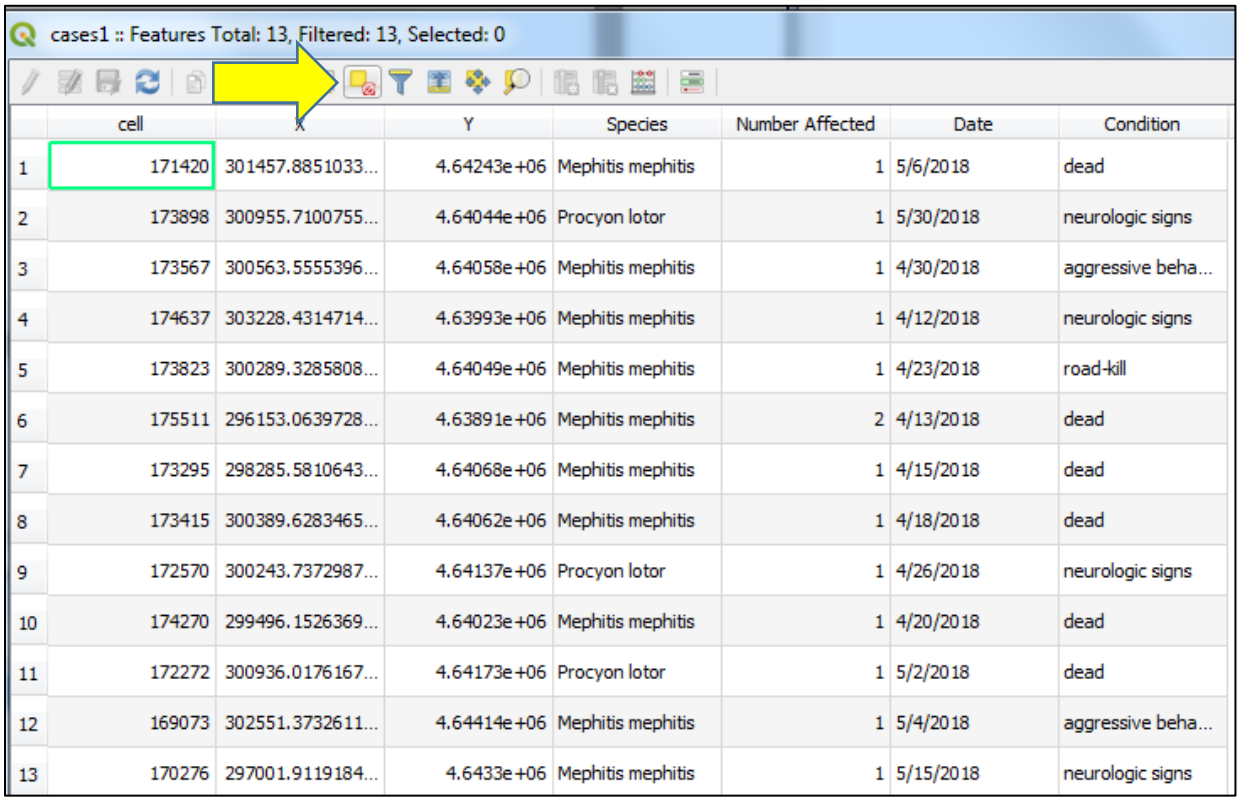


Cela permet de réafficher le tableau et nous pouvons voir que les lignes surlignées correspondent à nos six entités sélectionnées.



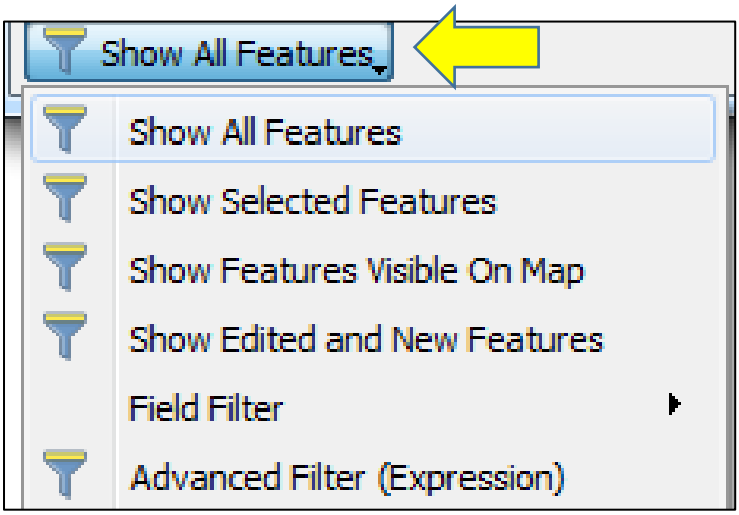
	cell	X	Y	Species	Number Affected	Date	Condition
1	171420	301457.8851033...	4.64243e+06	Mephitis mephitis	1	5/6/2018	dead
2	173898	300955.7100755...	4.64044e+06	Procyon lotor	1	5/30/2018	neurologic signs
3	173567	300563.5555396...	4.64058e+06	Mephitis mephitis	1	4/30/2018	aggressive beha...
4	174637	303228.4314714...	4.63993e+06	Mephitis mephitis	1	4/12/2018	neurologic signs
5	173823	300289.3285808...	4.64049e+06	Mephitis mephitis	1	4/23/2018	road-kill
6	175511	296153.0639728...	4.63891e+06	Mephitis mephitis	2	4/13/2018	dead
7	173295	298285.5810643...	4.64068e+06	Mephitis mephitis	1	4/15/2018	dead
8	173415	300389.6283465...	4.64062e+06	Mephitis mephitis	1	4/18/2018	dead
9	172570	300243.7372987...	4.64137e+06	Procyon lotor	1	4/26/2018	neurologic signs
10	174270	299496.1526369...	4.64023e+06	Mephitis mephitis	1	4/20/2018	dead
11	172272	300936.0176167...	4.64173e+06	Procyon lotor	1	5/2/2018	dead
12	169073	302551.3732611...	4.64414e+06	Mephitis mephitis	1	5/4/2018	aggressive beha...

Pour désélectionner des entités, il suffit de cliquer sur l'outil « "Deselect features » (« Désélectionner les entités ») (flèche jaune), situé en haut de la fenêtre.

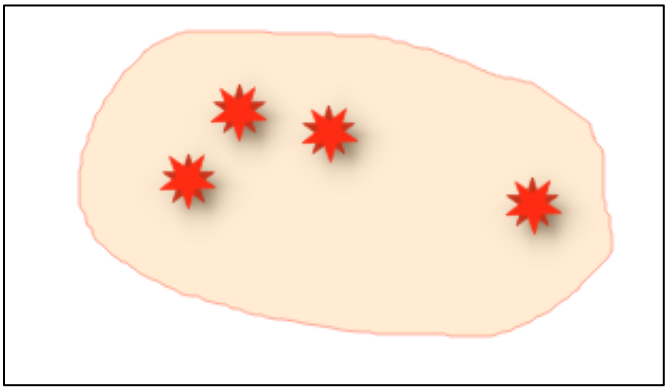


	cell	X	Y	Species	Number Affected	Date	Condition
1	171420	301457.8851033...	4.64243e+06	Mephitis mephitis	1	5/6/2018	dead
2	173898	300955.7100755...	4.64044e+06	Procyon lotor	1	5/30/2018	neurologic signs
3	173567	300563.5555396...	4.64058e+06	Mephitis mephitis	1	4/30/2018	aggressive beha...
4	174637	303228.4314714...	4.63993e+06	Mephitis mephitis	1	4/12/2018	neurologic signs
5	173823	300289.3285808...	4.64049e+06	Mephitis mephitis	1	4/23/2018	road-kill
6	175511	296153.0639728...	4.63891e+06	Mephitis mephitis	2	4/13/2018	dead
7	173295	298285.5810643...	4.64068e+06	Mephitis mephitis	1	4/15/2018	dead
8	173415	300389.6283465...	4.64062e+06	Mephitis mephitis	1	4/18/2018	dead
9	172570	300243.7372987...	4.64137e+06	Procyon lotor	1	4/26/2018	neurologic signs
10	174270	299496.1526369...	4.64023e+06	Mephitis mephitis	1	4/20/2018	dead
11	172272	300936.0176167...	4.64173e+06	Procyon lotor	1	5/2/2018	dead
12	169073	302551.3732611...	4.64414e+06	Mephitis mephitis	1	5/4/2018	aggressive beha...
13	170276	297001.9119184...	4.6433e+06	Mephitis mephitis	1	5/15/2018	neurologic signs

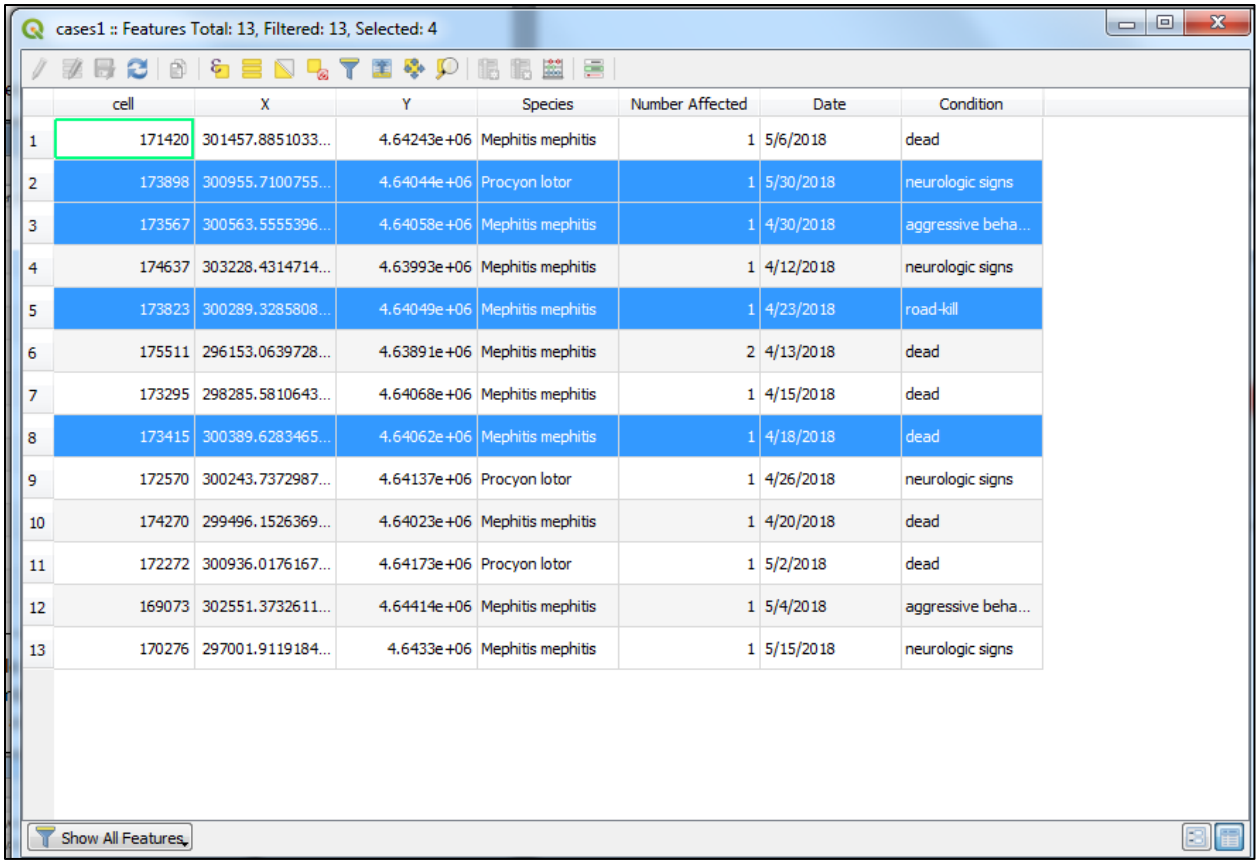
QGIS offre également la possibilité de choisir quelles entités sont visibles dans la table d'attributs en cliquant en bas à gauche de la fenêtre sur le bouton « Show all features » (« Montrer toutes les entités ») (flèche jaune). Plusieurs choix sont alors proposés, ces options étant particulièrement utiles lorsque la couche contient un grand nombre de fonctionnalités.



En résumé, QGIS propose deux méthodes différentes pour sélectionner des entités : 1) La sélection des entités peut être effectuée en ouvrant la table d'attributs et en sélectionnant les entités comme nous venons de le décrire ou 2) en sélectionnant des entités à l'aide de l'outil « Select Features by area or single click tool » (« Sélectionner les entités avec un rectangle ou un simple clic ») et en sélectionnant les entités dans la fenêtre de visualisation, comme nous l'avons expliqué précédemment. Pour montrer que la seconde méthode conduit à la sélection des entités dans la table d'attributs, nous allons sélectionner des entités en utilisant l'outil « Select features by free hand » (« Sélectionner des entités à main levée »), puis ouvrir la table d'attributs et vérifier que ces entités soient surlignées.



Elles sont en effet surlignées, comme le montre la figure ci-dessous.

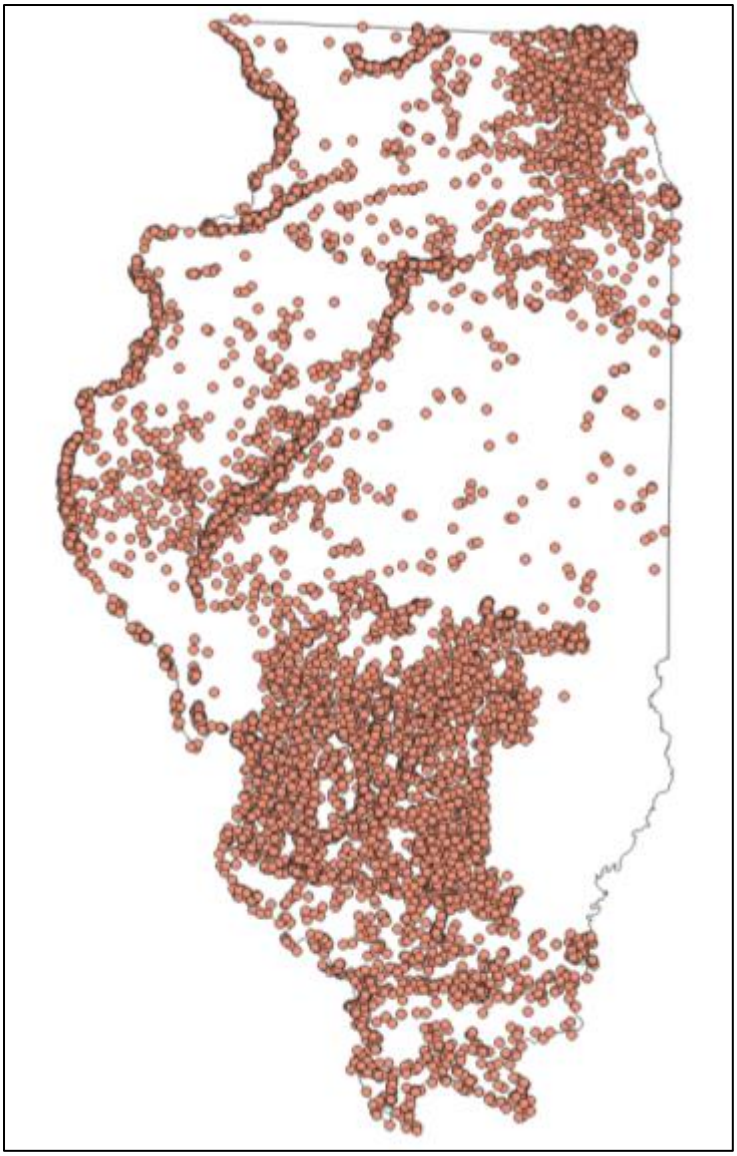


	cell	X	Y	Species	Number Affected	Date	Condition
1	171420	301457.8851033...	4.64243e+06	Mephitis mephitis	1	5/6/2018	dead
2	173898	300955.7100755...	4.64044e+06	Procyon lotor	1	5/30/2018	neurologic signs
3	173567	300563.5555396...	4.64058e+06	Mephitis mephitis	1	4/30/2018	aggressive beha...
4	174637	303228.4314714...	4.63993e+06	Mephitis mephitis	1	4/12/2018	neurologic signs
5	173823	300289.3285808...	4.64049e+06	Mephitis mephitis	1	4/23/2018	road-kill
6	175511	296153.0639728...	4.63891e+06	Mephitis mephitis	2	4/13/2018	dead
7	173295	298285.5810643...	4.64068e+06	Mephitis mephitis	1	4/15/2018	dead
8	173415	300389.6283465...	4.64062e+06	Mephitis mephitis	1	4/18/2018	dead
9	172570	300243.7372987...	4.64137e+06	Procyon lotor	1	4/26/2018	neurologic signs
10	174270	299496.1526369...	4.64023e+06	Mephitis mephitis	1	4/20/2018	dead
11	172272	300936.0176167...	4.64173e+06	Procyon lotor	1	5/2/2018	dead
12	169073	302551.3732611...	4.64414e+06	Mephitis mephitis	1	5/4/2018	aggressive beha...
13	170276	297001.9119184...	4.6433e+06	Mephitis mephitis	1	5/15/2018	neurologic signs

Outre les fonctionnalités QGIS que nous avons présentées jusqu'ici, il existe des options variées et des outils supplémentaires pour travailler avec les données descriptives que nous ne pouvons pas détailler ici. Il existe toutefois de nombreux didacticiels, fichiers d'aide et documents pour ceux qui souhaiteraient approfondir leurs connaissances de QGIS.

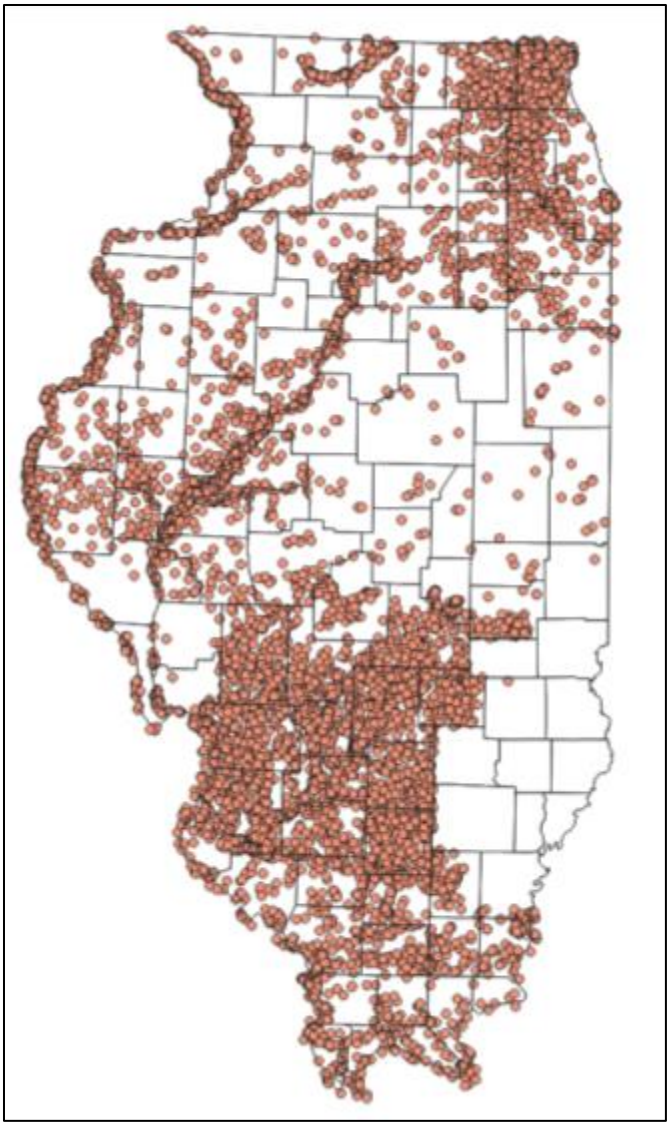
Cartographie statistique

Il est fréquent, lorsqu'on cartographie des informations relatives à la santé de la faune sauvage, de présenter des résumés ou des statistiques des données plutôt que les données brutes. Dans notre exemple, nous avons jusqu'à présent un petit ensemble de données, composé de seulement 13 cas enregistrés ; supposons maintenant que nous ayons un ensemble de données beaucoup plus important, comprenant 10 000 cas enregistrés. Si nous essayions d'afficher les emplacements de tous ces cas, la carte serait surchargée et difficile à interpréter. Pour illustrer notre propos, nous allons créer une nouvelle couche à partir d'un fichier .csv nommé « pts ». Nous ajoutons cette couche comme décrit précédemment, en utilisant l'outil « "Add Delimited Text Layer… » (« Ajouter une couche de texte délimité… »). Nous définissons également le SCR comme étant NAD 83/UTM, selon les instructions fournies auparavant. Nous visualisons ensuite les informations.

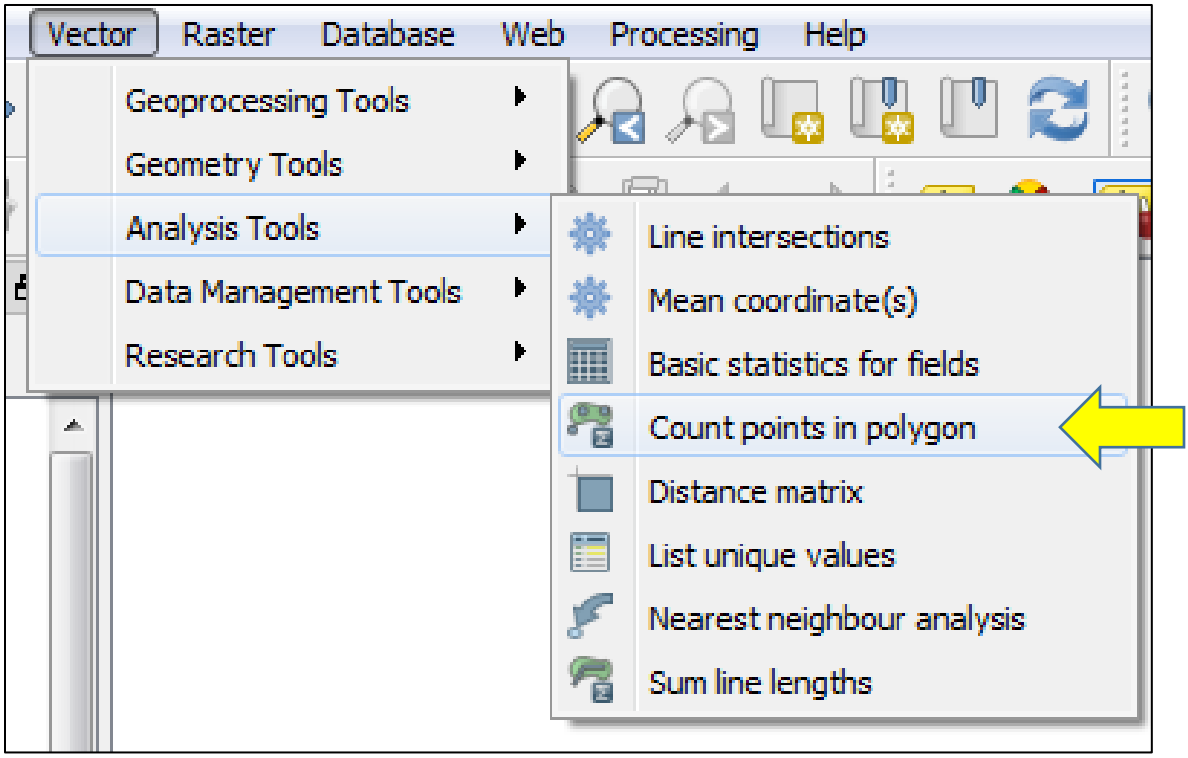


Cette manière de présenter l'ensemble des 10 000 cas enregistrés offre une perception générale des données, mais il est difficile d'appréhender les caractéristiques spécifiques ou locales du foyer de maladie. Dans ce cas, il serait plus utile de proposer un résumé statistique des données qui permettrait au lecteur de la carte de comprendre rapidement les aspects importants (par exemple, les zones avec le plus grand nombre de cas ou la densité la plus élevée).

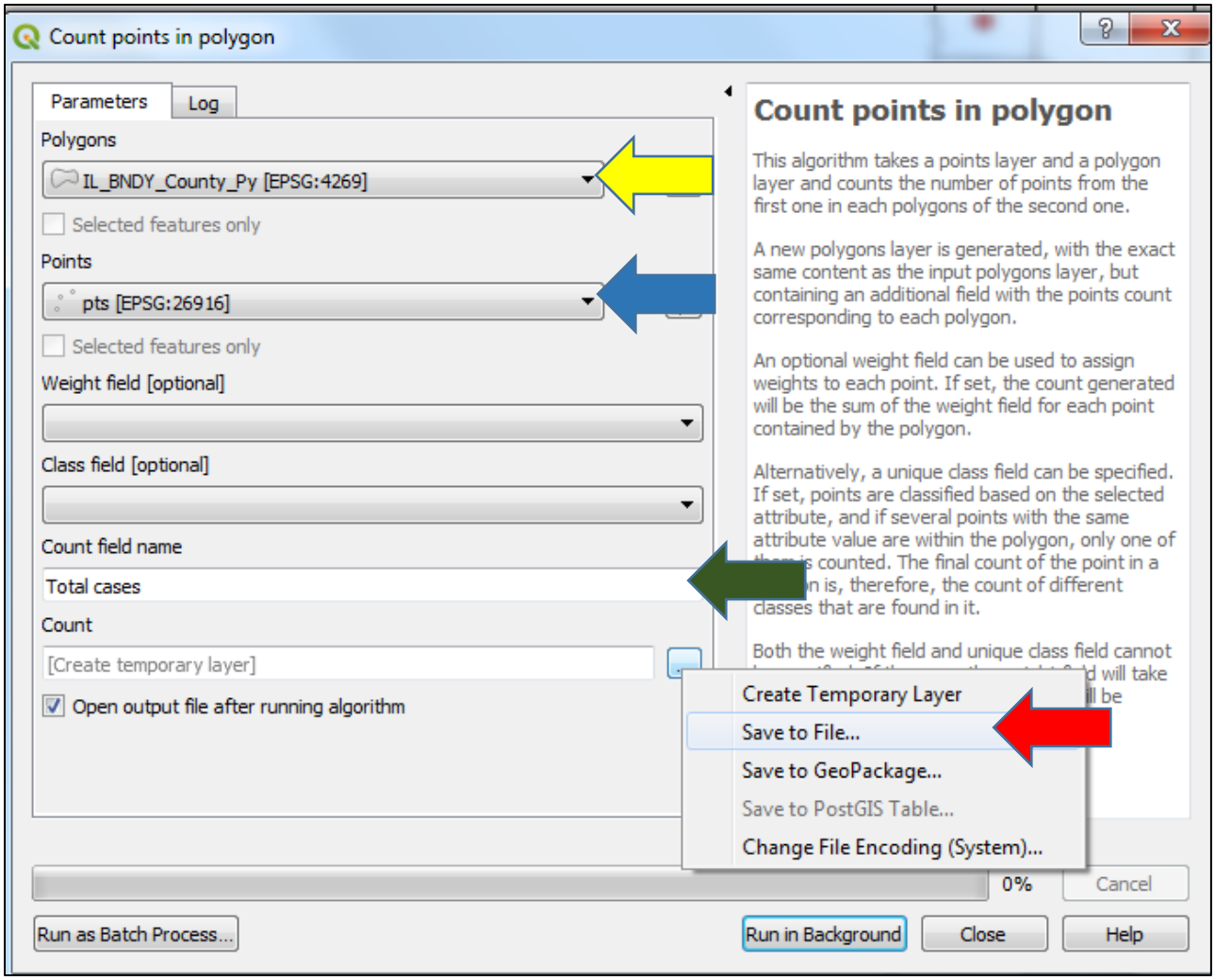
La discrétisation de la région en unités aériennes est une technique courante pour créer des cartes statistiques. Il s'agit, en d'autres termes, de diviser la région d'intérêt en un certain nombre de parties qui ne se recouvrent pas, puis de produire des résumés pour chaque unité. La discrétisation permet de comparer ces unités. Dans notre exemple, nous discrétisons ou fractionnons l'Etat de l'Illinois en polygones de formes et tailles différentes. Ces polygones correspondront aux comtés, qui sont des districts administratifs au sein de l'Etat. Pour ce faire, nous allons d'abord ajouter une couche vectorielle de polygones représentant les comtés, à l'aide de l'outil « Add Vector Layer… » (« Ajouter une couche vecteur… ») décrit précédemment. Le résultat de cet ajout est présenté ci-dessous. Nous pouvons maintenant voir les unités aériennes que nous utiliserons pour créer des cartes statistiques.



Créons tout d'abord une carte qui affiche le nombre de cas dans chaque comté. La première étape consiste à tabuler ou à compter le nombre de points dans chaque polygone de comté. Ce serait une tâche fastidieuse et sujette aux erreurs si elle était réalisée manuellement. Heureusement, QGIS dispose d'un outil simple qui effectuera automatiquement les décomptes. Ouvrez le menu « Vector » (« Vecteur ») en haut de l'écran, sélectionnez l'option « Analysis Tools » (« Outils d'analyse »), puis choisissez l'outil « Count points in polygon » (« Compter les points dans les polygones ») (flèche jaune).



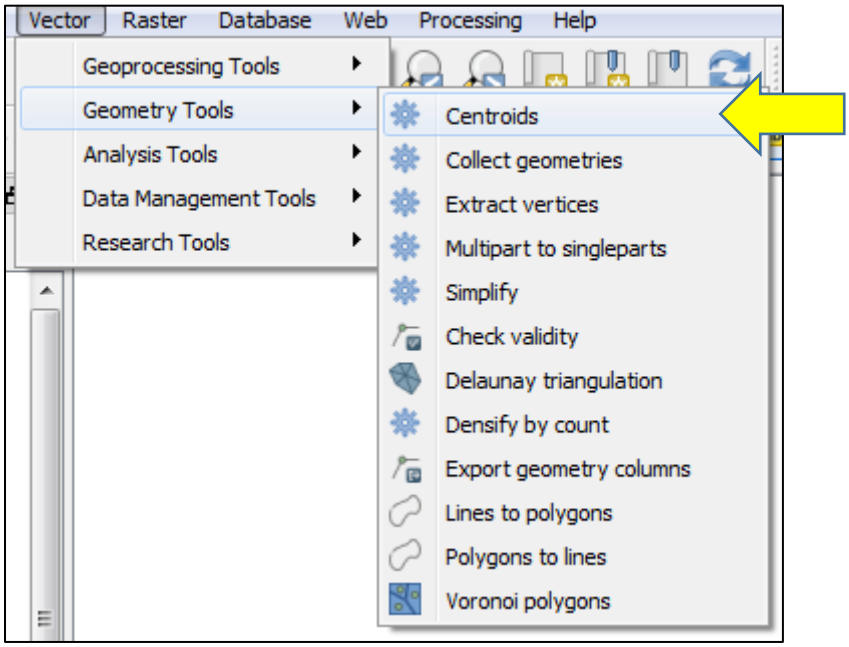
Cela ouvre une fenêtre de dialogue qui nous propose un certain nombre d'options. Nous allons d'abord choisir le nom de la couche de polygone à partir de laquelle nous souhaitons compter les points (flèche jaune), puis nous sélectionnerons la couche de points que nous souhaitons agréger dans chaque polygone (flèche bleue). Nous modifierons ensuite dans le champ de texte « Count field name » (« Nom du champ de dénombrement ») le nom qui sera affiché dans la table d'attributs en remplaçant « Numpoints » par « Total cases » (flèche verte). Nous souhaitons également sauvegarder ce fichier plutôt que de seulement créer un fichier temporaire qui ne serait plus disponible pour des travaux ultérieurs, une fois le projet fermé. Pour enregistrer le fichier, nous cliquons sur le bouton « … » (flèche rouge) sous l'en-tête « Count » (« Compte »). Cela ouvrira une boîte de dialogue où nous sélectionnerons « Save to file » (enregistrer le fichier). Cela va ouvrir une fenêtre de l'explorateur à partir de laquelle nous pouvons accéder sur notre ordinateur au répertoire dans lequel nous voudrions enregistrer le fichier et cela nous permettra de lui attribuer un nom. Nous pouvons également sélectionner le type de fichier à enregistrer. En général, ce sera un shapefile (ou fichier de formes), et nous sélectionnons donc l'extension .shp. Nous faisons ensuite un clic gauche sur le bouton « Save » (« Enregistrer »), puis nous sélectionnons « Run in Backround » (exécuter en arrière-plan) et nous fermons la fenêtre. Il existe des options d'outils supplémentaires qui peuvent être explorées. Nous avons créé une nouvelle couche qui apparaît dans notre panneau "Layers" (« Couches ») sous le nom « Count ». Il s'agit d'une couche de données vectorielles composée de polygones et elle se voit attribuer automatiquement le même SCR que le fichier de polygones et non celui du fichier de points. Nous pouvons le vérifier en examinant les propriétés de la couche et, si le SCR n'est pas correct, le modifier en utilisant les techniques décrites plus haut, afin qu'il corresponde au SCR du projet ou de toutes les autres couches.



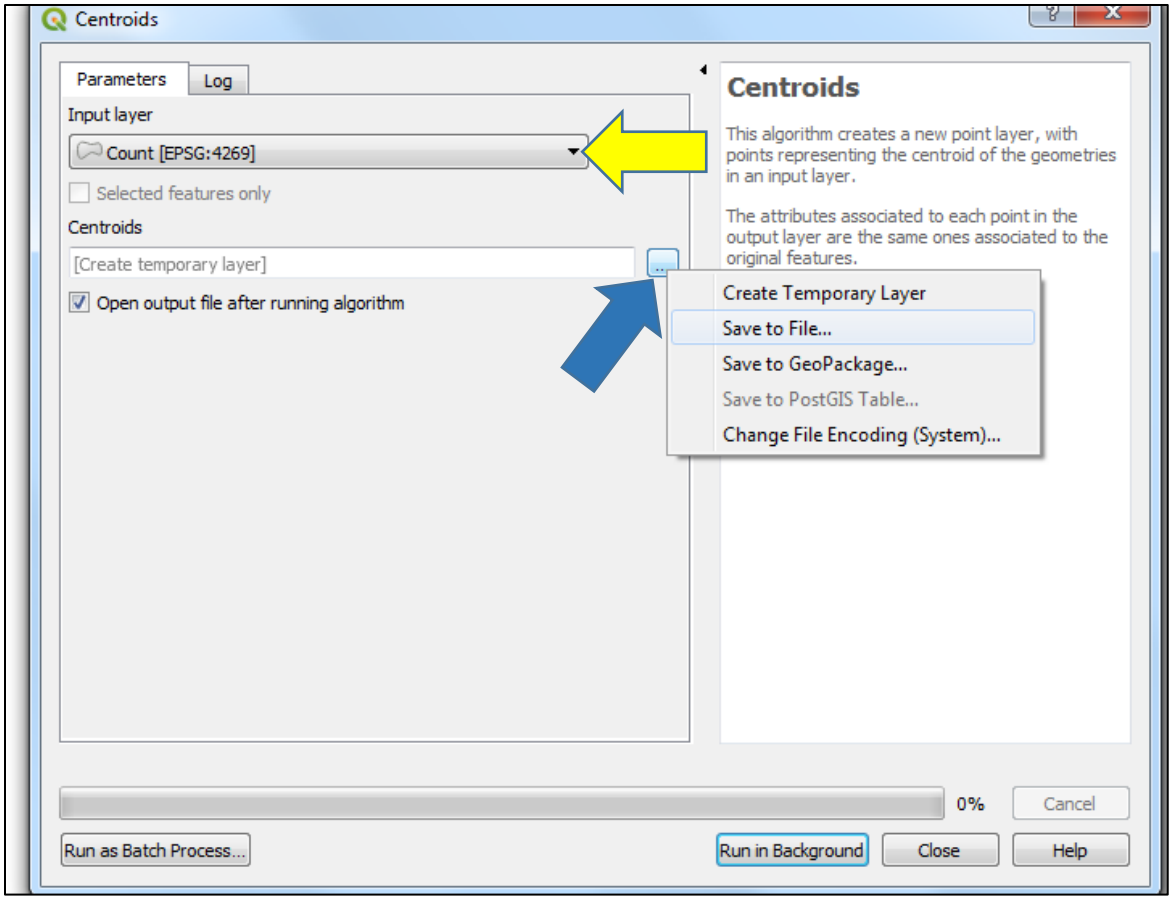
La couche « Count » apparaît sous la forme d'une série de polygones pleins qui n'est pas très utile pour afficher les différences pour le nombre de cas par comté.

Carte de symboles proportionnels

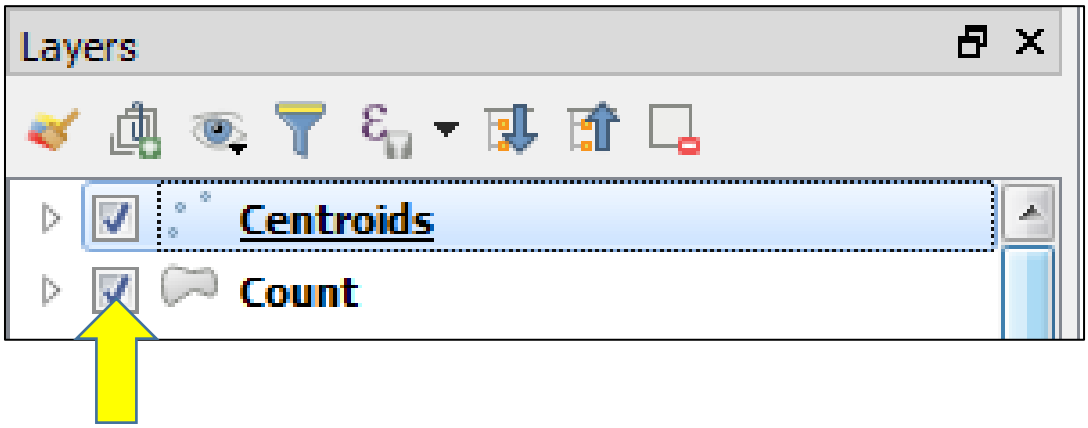
Afin d'améliorer notre carte, nous allons créer une nouvelle couche de points à partir de cette couche de polygones. Notez que nous passons à une couche de points car il est plus facile de définir des symboles proportionnels pour les couches de points que pour les couches de polygones. Plus précisément, générer la légende lors de la finalisation de la carte est problématique lorsqu'on utilise des couches de polygones. Pour créer cette nouvelle couche de points, ouvrez le menu « Vector » (« Vecteur ») en haut de l'écran, sélectionnez « Geometry Tools » (« Outils de géométrie ») et choisissez « Centroids… » (« Centroïdes… »).



La boîte de dialogue suivante vous permet de sélectionner le fichier de polygones à utiliser pour cette création (flèche jaune). Dans notre exemple, il s'agit de la couche « Count » que nous venons de créer. Comme nous souhaitons sauvegarder le fichier pour une utilisation ultérieure, nous allons donc l'enregistrer en tant que shapefile .shp (fichier de formes). Si nous ne le sauvegardons pas, QGIS créera seulement un fichier temporaire pour les centroïdes (ou barycentres) qui, une fois fermé, ne sera plus disponible pour une utilisation future ou lorsque nous rouvrirons notre projet ultérieurement. Pour enregistrer le fichier, nous effectuons un clic gauche sur le bouton « … » (flèche bleue) sous l'en-tête « Centroids » (« Centroïdes »). Cela ouvre une boîte de dialogue où nous sélectionnons « Save to file » (enregistrer le fichier). Une fenêtre de l'explorateur s'ouvre, à partir de laquelle nous pouvons accéder sur notre ordinateur au répertoire dans lequel nous souhaitons enregistrer le fichier et cela nous permet de lui attribuer un nom. Nous pouvons également sélectionner le type de fichier à enregistrer. En général, ce sera un shapefile (fichier de formes), et nous sélectionnons donc l'extension .shp. Nous cliquons ensuite sur le bouton « Save » (« Enregistrer »). Enfin, nous effectuons un clic gauche sur le bouton « Run in Background » (exécuter en arrière-plan) et fermons la fenêtre. Cet outil va créer une couche contenant un point, situé au centroïde de chaque polygone.



Une couche de points correspondant aux centroïdes de chacun de nos polygones est ainsi créée ; elle est visible ci-dessous, après que la couche « Count » ait été désactivée en décochant dans le panneau « Layers » (« couches ») la case à cocher (flèche jaune).



De plus, si nous ouvrons la table d'attributs, nous pouvons voir les informations d'attributs associées à chaque point de la couche de polygones, notamment le nom du comté, l'identifiant du comté et le nombre total de cas.

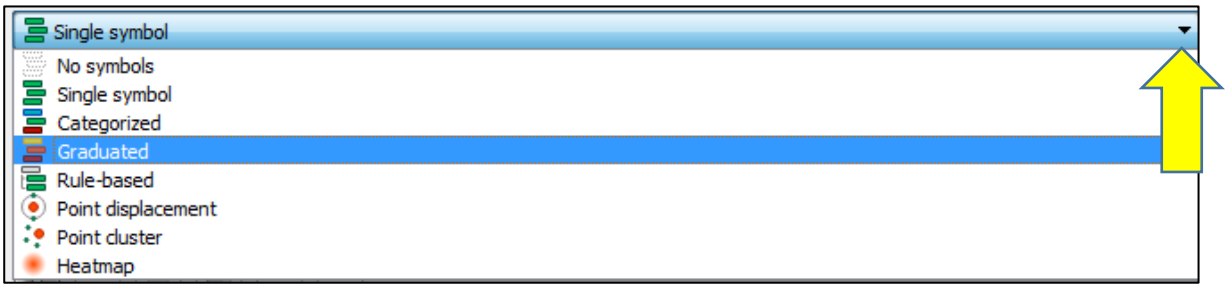
Centroids :: Features Total: 102, Filtered: 102, Selected: 0

	COUNTY_NAM	CO_FIPS	Total cases
1	MCHENRY	111	226
2	BOONE	7	5
3	OGLE	141	23
4	WILL	197	116
5	LASALLE	99	145
6	BUREAU	11	125

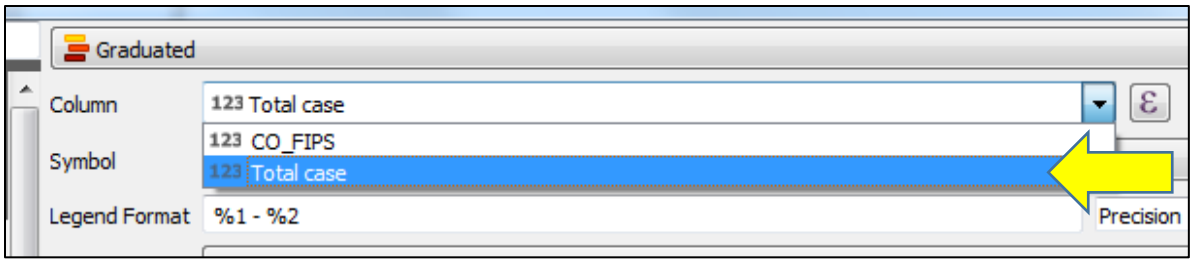
Pour que notre carte soit plus informative, nous souhaitons modifier la symbologie de cette nouvelle couche de points, appelée « Centroids » (« Centroïdes »), afin d'avoir une carte de symboles proportionnels, fondée sur le nombre de cas dans chaque comté. La symbologie proportionnelle est une technique de représentation de données quantitatives, dans laquelle la taille du symbole correspond à des classes associées à la grandeur des valeurs des données des points (par exemple, le

nombre total de cas). Cette technique rattache ou regroupe les données quantitatives en un certain nombre de classes afin de faciliter la visualisation. Par exemple, nous pourrions créer une classe contenant toutes les valeurs comprises entre 100 et 200 pour le nombre total de cas. Cette classe se verrait alors associer un symbole d'une certaine taille. Toute classe correspondant à un nombre total de cas inférieur à 100 serait représentée avec des symboles plus petits et les classes contenant des valeurs supérieures à 200 auraient des symboles de plus grande taille. Ainsi, lorsqu'on les regarde, la grandeur relative du nombre de cas rapportés dans chaque comté est rapidement vue et comprise.

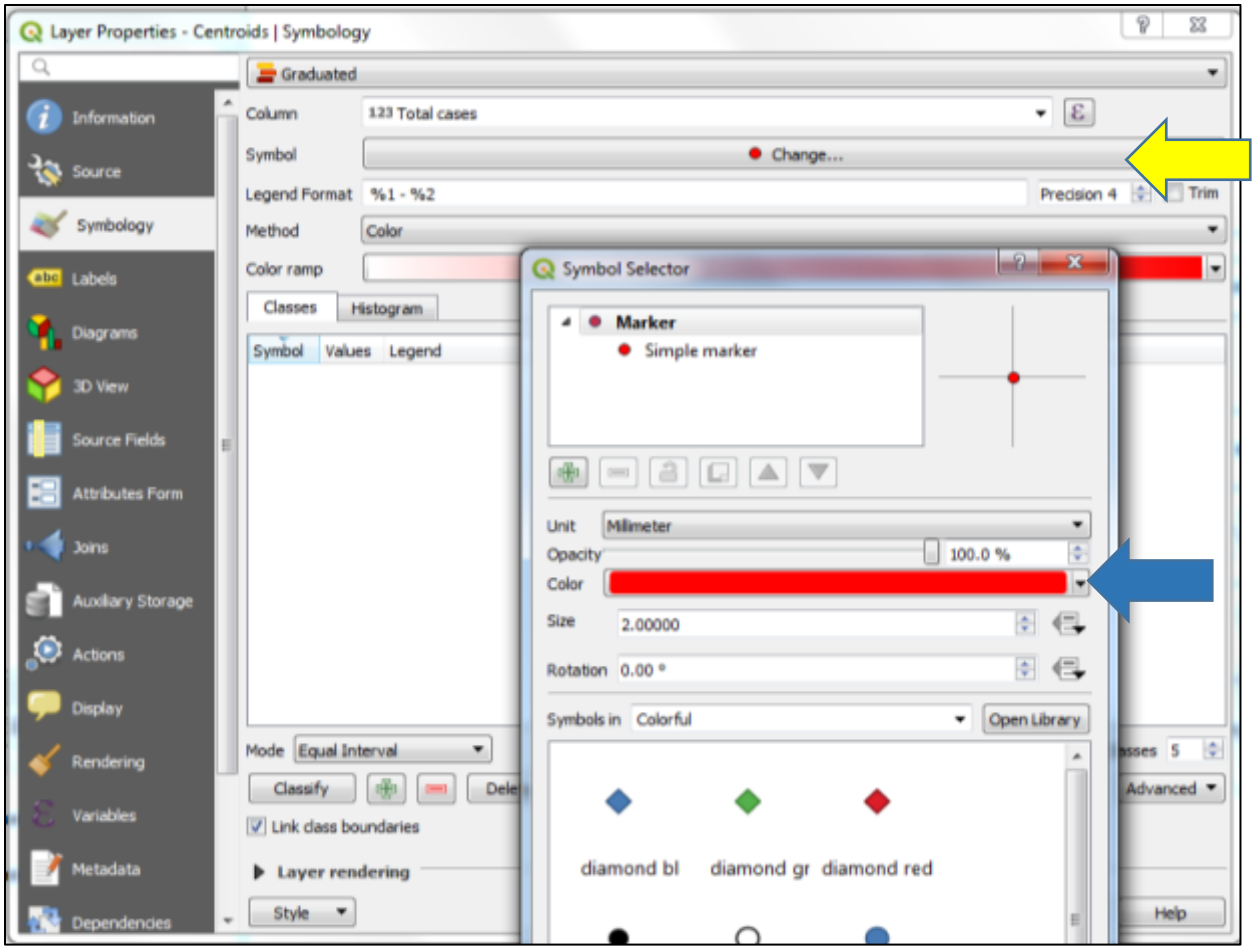
Pour créer une carte de symboles proportionnels, nous effectuons un clic droit sur la couche « Centroids » (« Centroïdes ») dans le panneau « Layers » (« Couches »), et nous sélectionnons « Properties… » (« Propriétés »), puis « Symbology » (« Symbologie »). Cela ouvre la fenêtre qui nous permettra de modifier la façon dont nos résultats statistiques sont présentés sur la carte. Tout d'abord, nous allons passer de « Single symbol » (symbole unique) à « Graduated » (proportionnel) en cliquant sur le triangle noir en haut de la fenêtre (flèche jaune) et en sélectionnant « Graduated » dans la liste déroulante.



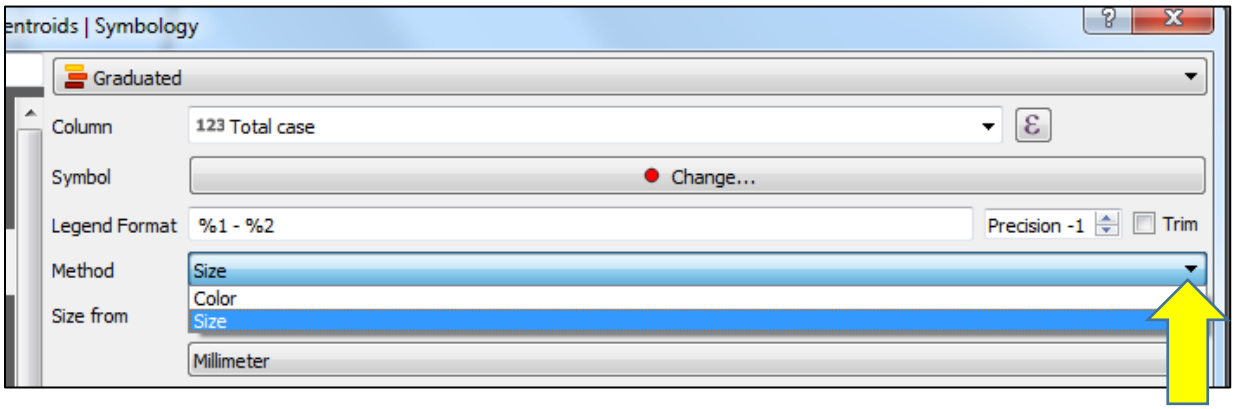
Cela modifie la fenêtre et nous propose des options pour la création de cartes de symboles proportionnels. Dans cette nouvelle fenêtre, nous commençons par choisir quel champ de notre table d'attributs sera utilisé pour déterminer les différentes tailles de symboles. Pour notre exemple, nous allons sélectionner « Total cases » (total des cas) (flèche jaune).



Nous allons ensuite redéfinir la couleur du symbole. Nous sélectionnons l'option de symbole « Change » (« Modifier ») (flèche jaune). Cela ouvre une nouvelle fenêtre dans laquelle nous sélectionnons la couleur de notre choix (flèche bleue). Pour notre exemple, nous sélectionnons le rouge. Nous cliquons ensuite sur « OK » pour fermer la fenêtre.

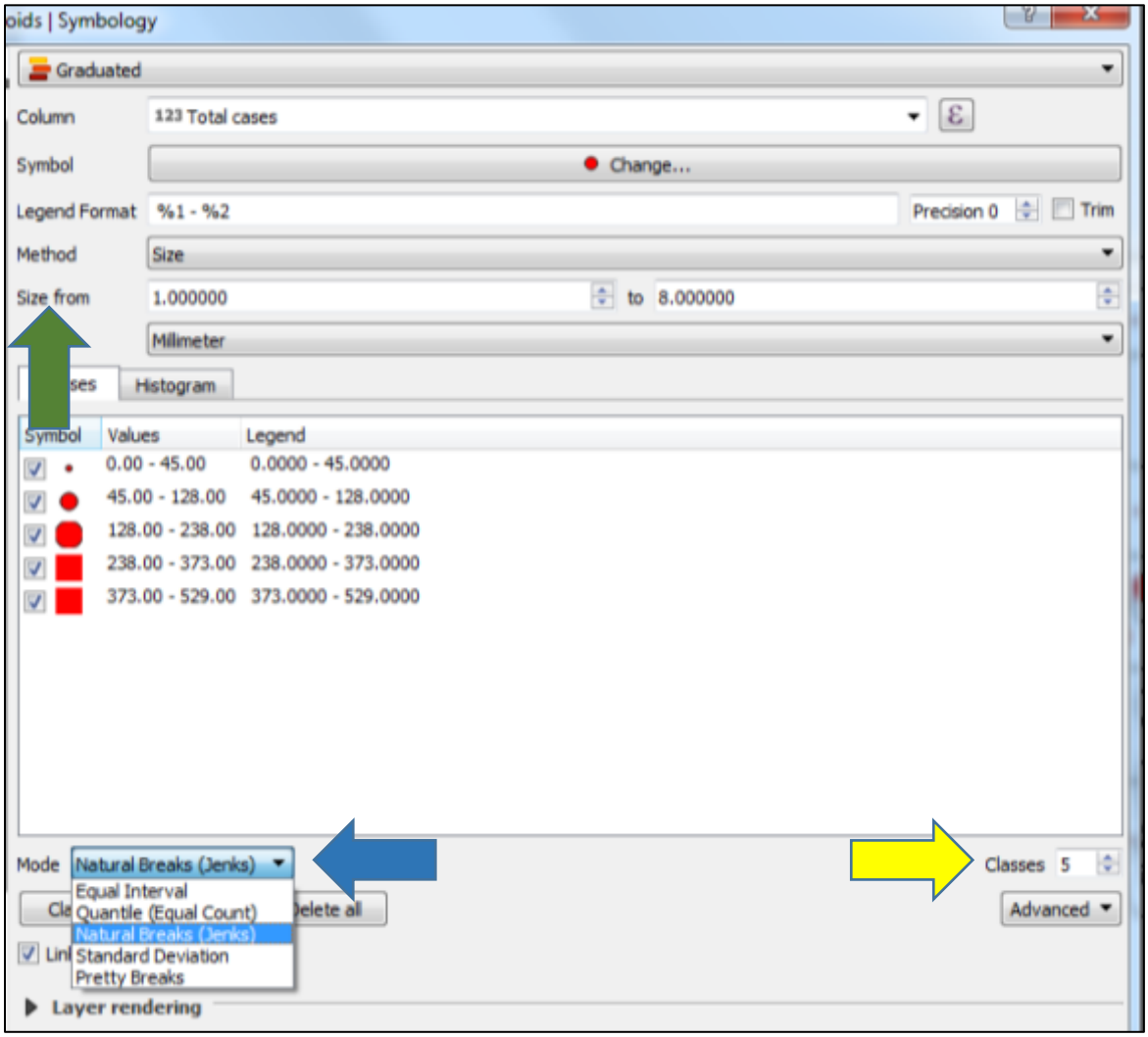


Ensuite, à côté de « Method » (« méthode ») (flèche jaune), nous sélectionnons « Size » (taille) à la place de « Color » (couleur). Cela indique que nous souhaitons que nos symboles soient de tailles différentes en fonction du nombre total de cas pour chaque comté, plutôt que d'avoir une seule taille de symbole avec des couleurs différentes en fonction du nombre total de cas.

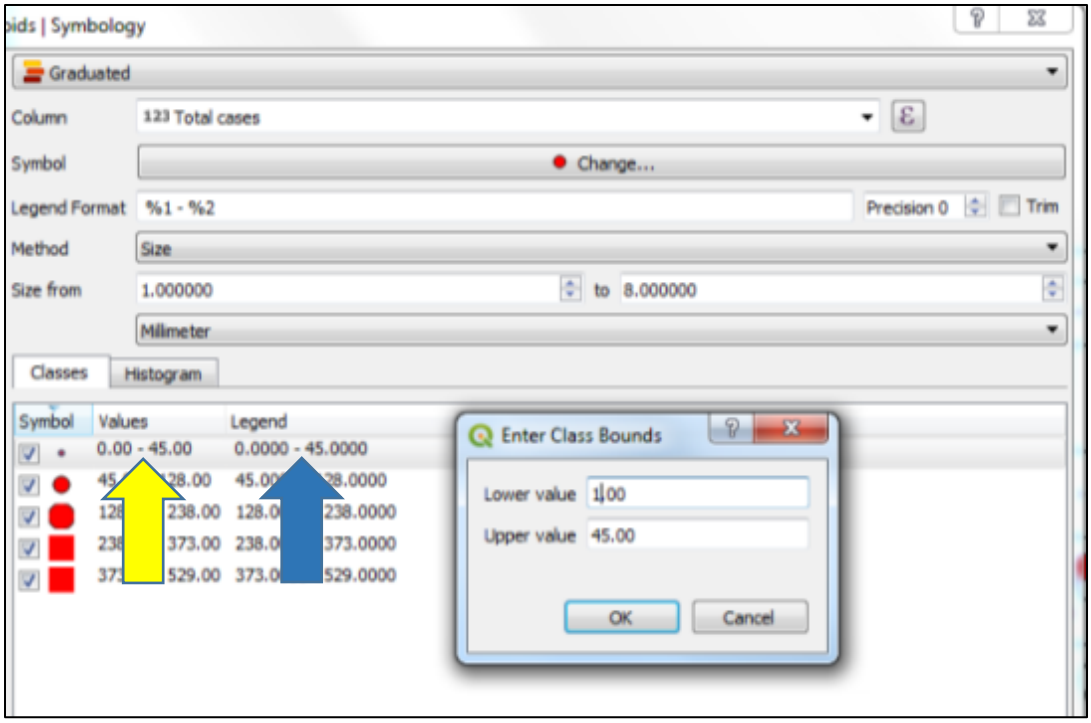


Nous allons maintenant placer chaque point dans une classe spécifique. Nous garderons la valeur par défaut de 5 classes (flèche jaune), mais ce nombre pourrait être augmenté ou diminué. Il existe plusieurs options QGIS (flèche bleue) que nous pouvons utiliser pour créer les classes dans lesquelles chaque point va être assigné. Pour cet exemple, nous allons sélectionner l'option « Natural breaks

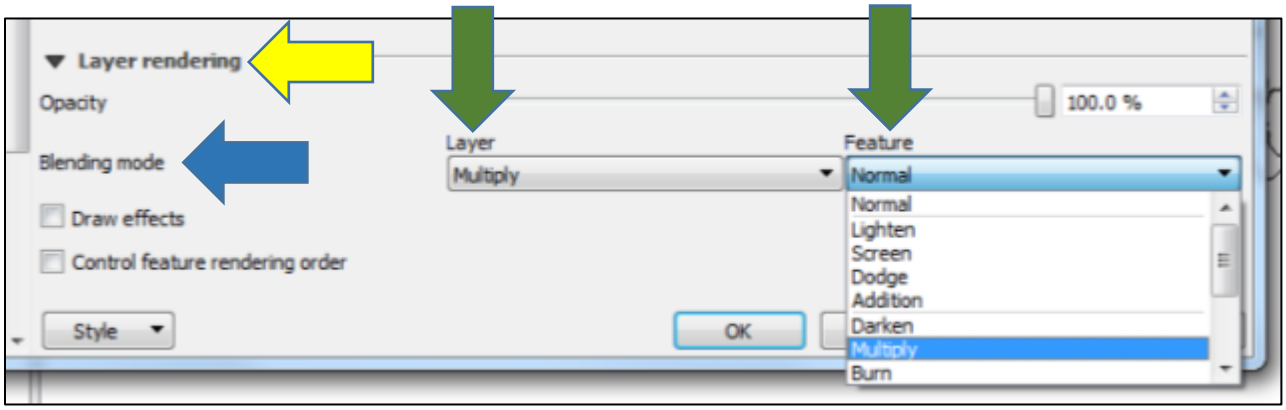
(Jenks) » (« Ruptures naturelles (Jenks) ») qui utilise la distribution empirique des données pour déterminer comment les fractionner. Cela crée 5 classes différentes et nous indique les bornes de chaque classe ; la taille du symbole augmente à mesure que les valeurs limites augmentent. Chaque point sera placé dans la classe pour laquelle il est supérieur ou égal à la borne inférieure et est strictement inférieur à la borne supérieure. Pour cet exemple, nous conserverons la plage de tailles proposée par défaut pour les classes (c'est-à-dire de 1 à 8) (flèche verte).



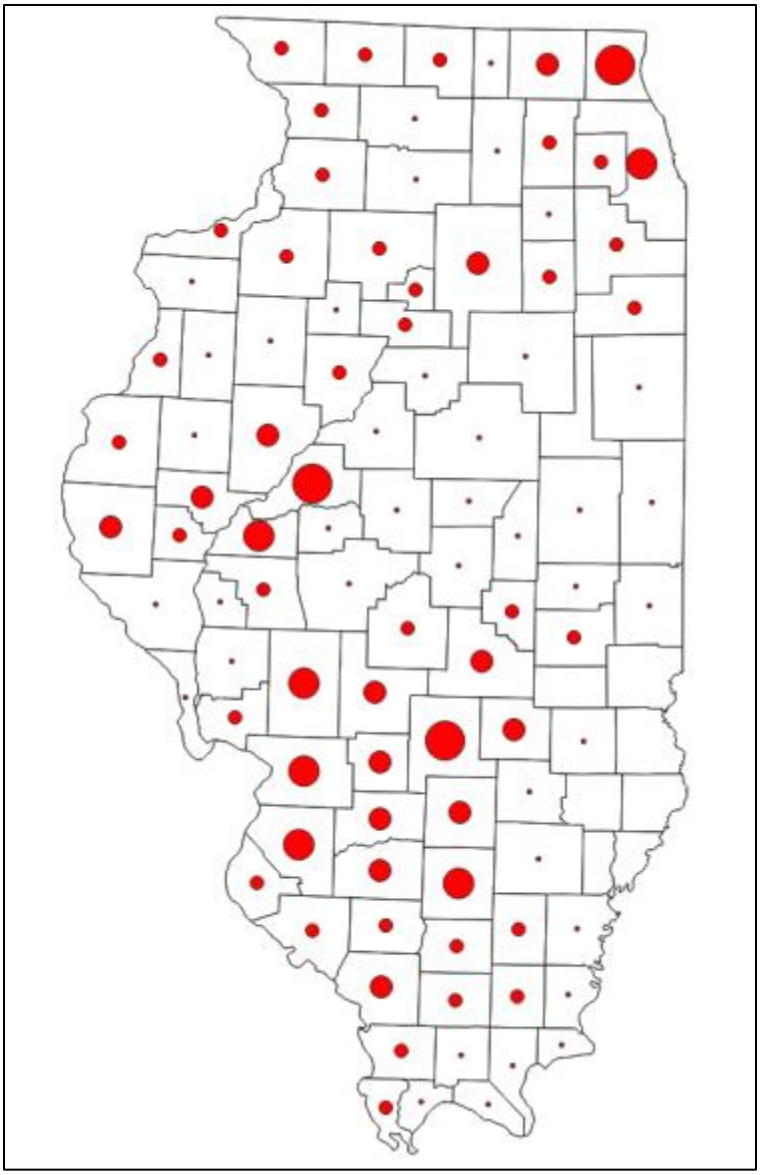
En regardant les valeurs limites pour chaque classe ci-dessus, nous voyons que la première classe débute à zéro. Nous souhaitons que cette classe commence à un plutôt qu'à zéro. Cela nous permettra de distinguer facilement les comtés n'ayant aucun cas, car ils ne contiendront pas de symbole de point. Pour modifier cette limite, cliquez deux fois avec le bouton gauche de la souris sur les valeurs (flèche jaune) du symbole dont les bornes doivent être modifiées. Cela ouvre une boîte de dialogue dans laquelle nous modifions la borne inférieure de zéro à un. Il peut être nécessaire de répéter l'opération pour modifier la borne inférieure du symbole dans la colonne « Legend » (« Légende ») (flèche bleue). Nous cliquons ensuite sur « OK ».



Enfin, nous voulons nous assurer que les symboles qui se chevauchent seront visibles et que toutes les couches contenant des données spatiales situées sous les symboles de points de cette couche seront apparentes. C'est particulièrement important si les symboles de grande taille sont susceptibles de masquer des symboles plus petits ou des entités essentielles des couches sous-jacentes. Pour cela, nous ajusterons les options de l'outil « Layer rendering » (« Rendu de couche »), situé en bas de la fenêtre. Nous cliquons sur le petit triangle noir (flèche jaune). Ensuite, sous « Blending mode » (« Mode de fusion ») (flèche bleue), nous sélectionnons « Multiply » pour les options « Layer » (« Couche ») et « Feature » (« Entité ») (flèches vertes). Nos modifications sont terminées pour la symbologie et nous cliquons donc sur « OK » pour fermer la fenêtre.



La carte finale est présentée ci-dessous. Les comtés qui ont un grand nombre de cas sont tout à fait évidents et faciles à distinguer. De plus, les comtés sans aucun cas sont bien différenciés, car leur centroïde n'est pas visible. Ce type de cartes fournit des résumés utiles d'une grande quantité de données et peuvent être faciles à partager avec le public ou les décideurs, sans qu'il soit nécessaire de fournir des beaucoup d'explications.



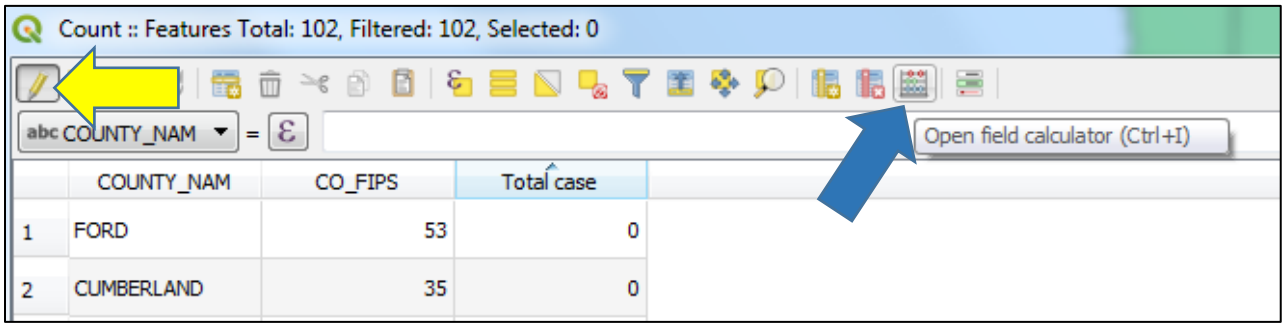
Carte choroplèthe

Les cartes choroplèthes sont l'un des types de cartes les plus courants pour présenter des informations relatives à la santé de la faune sauvage. Elles constituent un moyen efficace pour présenter des informations de taux ou de densité. Tout comme pour la carte de symboles proportionnels ci-dessus, la région d'intérêt est discrétisée et chaque unité discrète est affectée dans une classe spécifique. Toutefois, plutôt que d'utiliser la taille du symbole pour refléter la grandeur des données d'attributs, des couleurs différentes correspondant aux classes de densité ou de taux (par exemple, prévalence, cas/km^2, etc.) sont utilisées pour remplir chaque unité discrète.

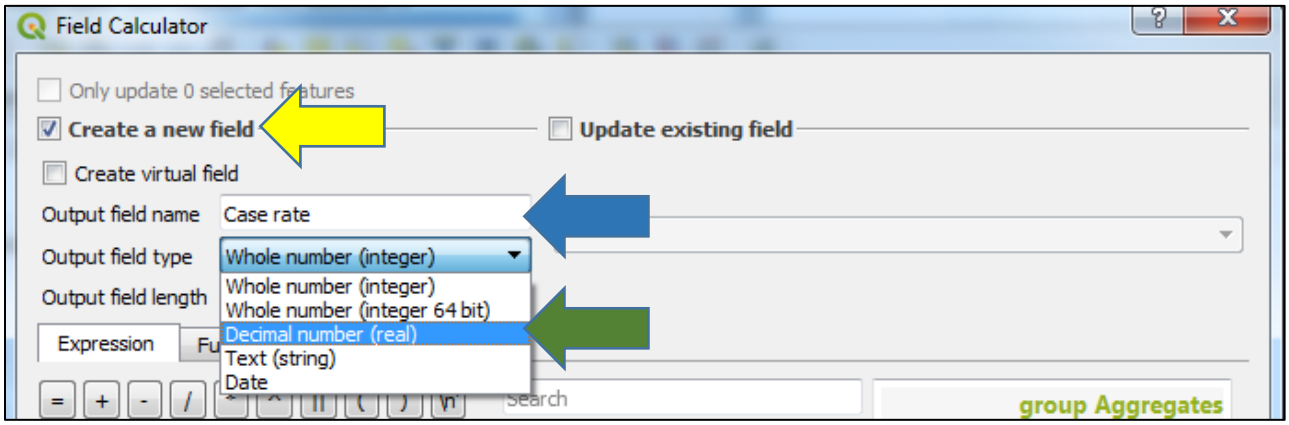
Pour montrer comment construire une carte choroplèthe dans QGIS, nous partirons du même ensemble de données que celui utilisé pour créer la carte de symboles proportionnels. Mais, au lieu de présenter le nombre brut de cas, nous allons créer une carte choroplèthe afin de montrer le nombre de cas/km^2. En substance, nous divisons le nombre de cas de chaque unité discrète (ou comté) par la superficie du comté. Cette méthode est utile pour déterminer si un grand nombre de

cas dans un comté est lié à sa grande étendue ou à une densité de cas plus élevée que dans d'autres comtés de l'Etat de l'Illinois.

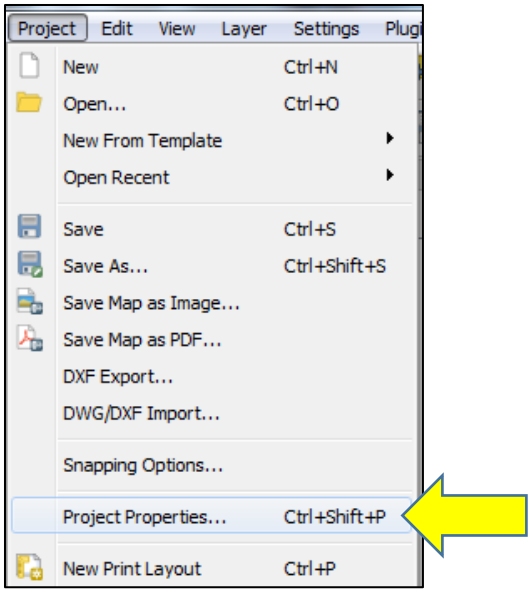
Nous commençons par déterminer les cas/km² pour chaque comté. En faisant un clic droit sur la couche « Count » que nous avons créée précédemment et en sélectionnant « Open Attribute Table » (« Ouvrir la table d'attributs »), nous ouvrons la table d'attributs de cette couche. Nous devons ajouter une nouvelle colonne à ce tableau, ce qui nécessite d'activer le mode édition pour la table. En faisant un clic gauche sur l'outil « Edit » (« Activer le mode d'édition ») (flèche jaune), cela nous permet d'éditer la table d'attributs. Nous allons ensuite effectuer un clic gauche sur l'outil « Open field calculator » (« Ouvrir la calculatrice de champ ») (flèche bleue), ce qui ouvre une nouvelle fenêtre de dialogue.



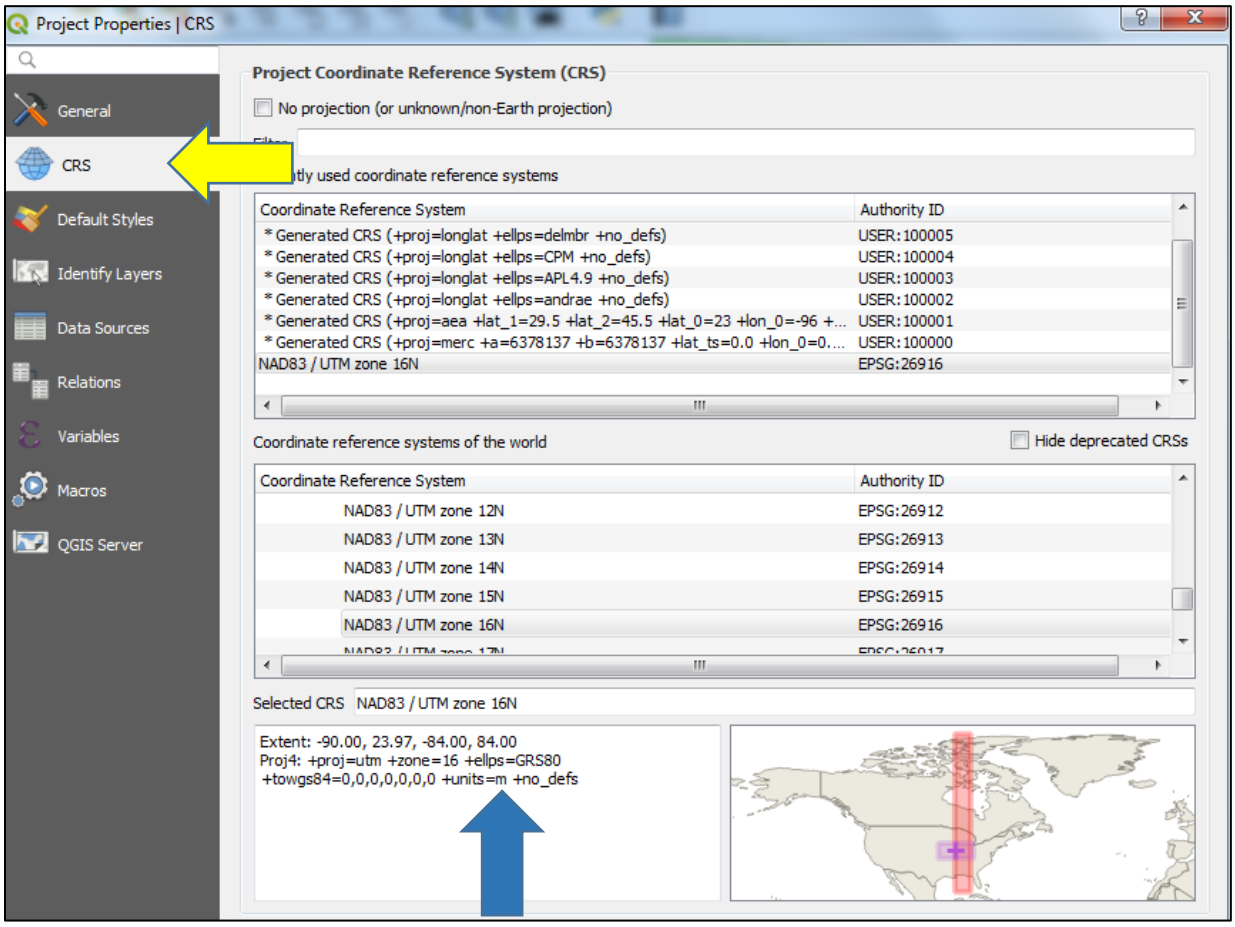
Dans cette nouvelle fenêtre, nous commençons par cocher la case située à côté de « Create a new field » (« Créer un nouveau champ ») (flèche jaune). Le champ « Output field name » (« Nom du champ de sortie ») est ensuite nommé « Case rate » (taux de cas) (flèche bleue). Dans le menu déroulant de « Output field type » (« Type de champ de sortie »), nous sélectionnons « Decimal number (real) » (« Nombre décimal (réel) ») (flèche verte) car nous avons affaire à des taux.



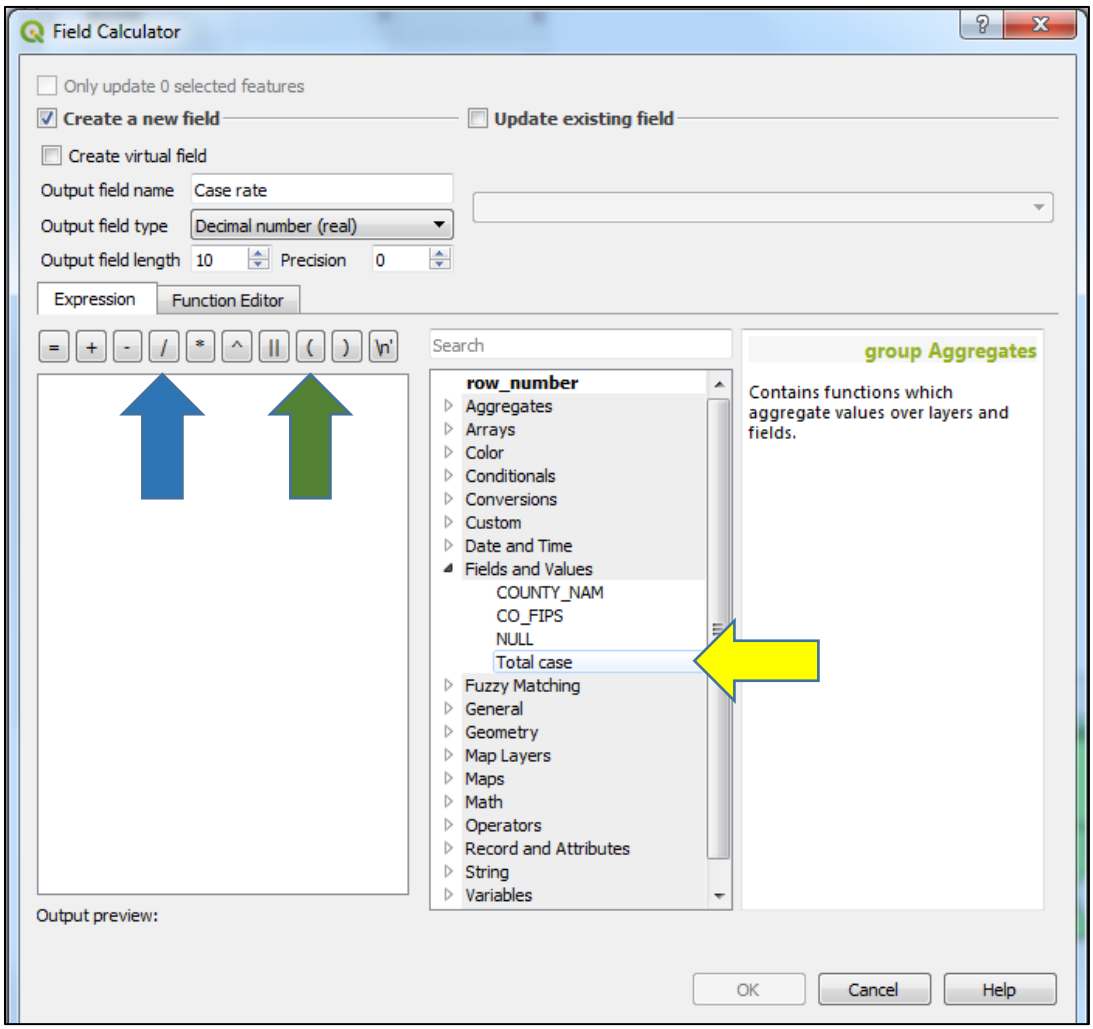
Nous devons maintenant indiquer la formule pour calculer les cas/km² dans chaque comté. De nombreuses fonctions utiles sont proposées dans la fenêtre « Field calculator » (« Calculatrice de champ ») afin d'aider l'utilisateur à effectuer une large gamme d'analyses basées sur les informations d'attributs d'une couche. Dans notre exemple, nous allons créer une formule simple : « Total case »/($area/(1000*1000)). Cette formule demande à QGIS de prendre le nombre de cas et de le diviser par la surface de chaque comté. Comme les unités de surface sont en m², nous divisons par 1000*1000 pour les convertir en km². Si vous n'êtes pas sûr des unités de votre projet, vous pouvez vérifier les unités en cliquant sur le menu « Project » (« Projet ») en haut de l'écran, puis en sélectionnant « Project properties » (propriétés du projet) (flèche jaune).



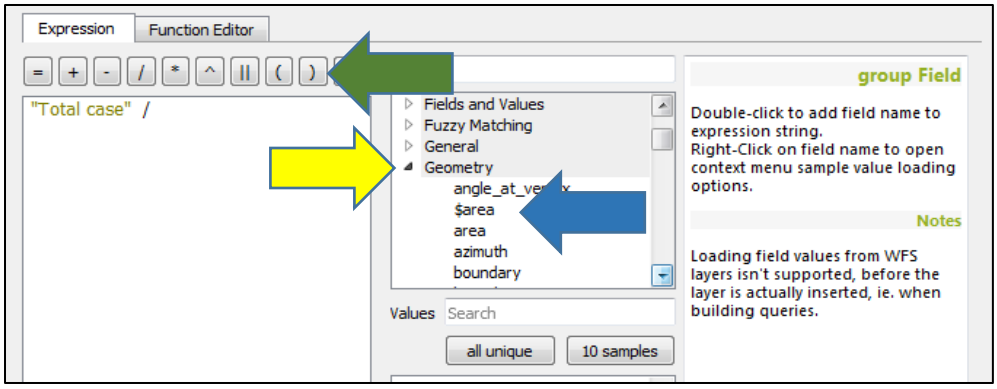
Cela ouvre la fenêtre d'informations pour le projet. Sélectionnez « CRS » (« SCR ») (flèche jaune), puis regardez quelles unités sont associées au SCR du projet (flèche bleue). Dans ce cas, nous voyons qu'il est indiqué « m » pour les unités, ce qui correspond au mètre.



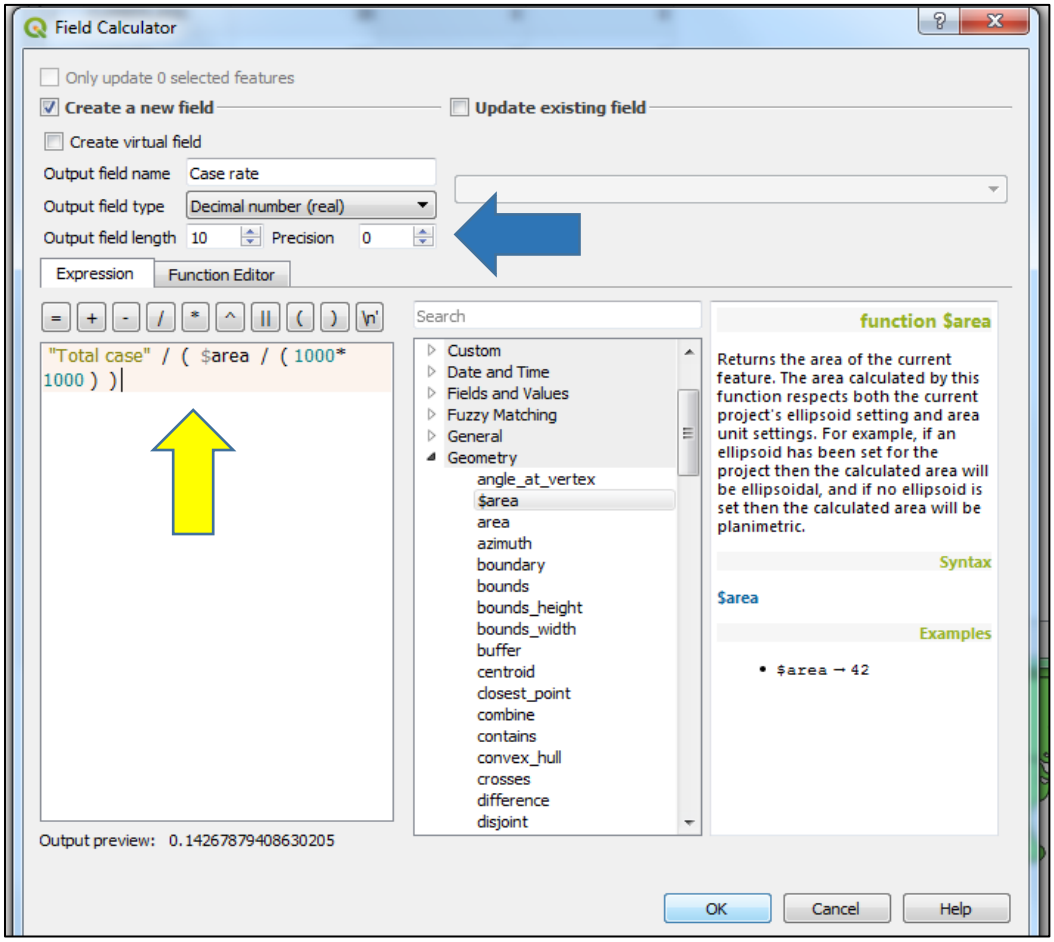
Maintenant que nous avons établi que nos unités sont effectivement des mètres, nous devons créer dans QGIS la formule que nous avons définie ci-dessus. Dans la fenêtre « Field Calculator » (« Calculatrice de champ »), nous effectuons un clic gauche sur la flèche à côté du groupe « Field and Values » (« Champs et Valeurs »), puis un double clic gauche sur le champ « Total case » (flèche jaune).



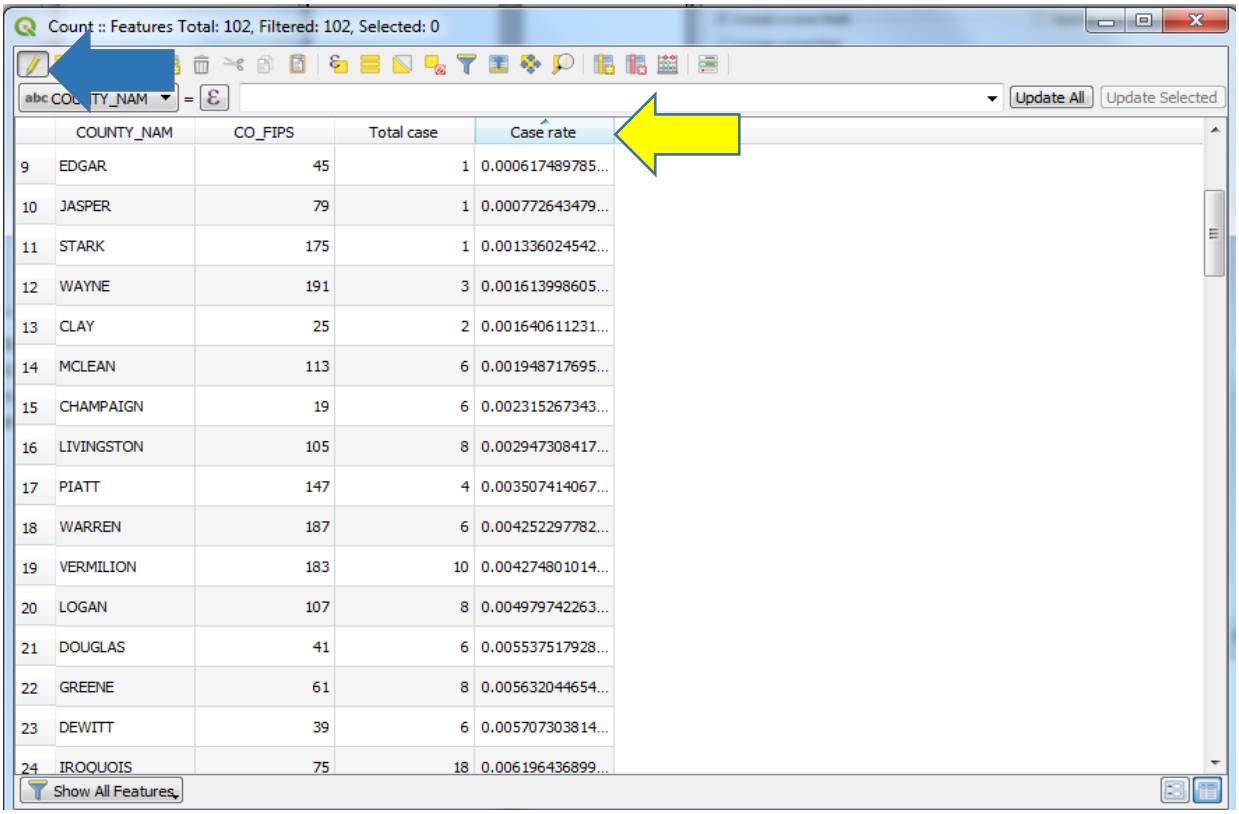
Cela ajoute le nom du champ « Total case » dans notre formule. Ensuite, nous cliquons sur le bouton « / » ou « Divide by » (« Opérateur division ») (flèche bleue ci-dessus) et sur le bouton « (» ou « Left parentheses » (« Ouvrir une parenthèse ») (flèche verte). Nous effectuons ensuite un clic gauche sur la flèche à côté du groupe « Geometry » (« Géométrie ») (flèche jaune ci-dessous) et un double clic sur « $area » (flèche bleue ci-dessous). Cela indique à QGIS que notre formule nécessite que la superficie de chaque comté soit calculée.



Nous achevons notre formule en faisant un clic gauche sur le bouton « Divide by » (« Opérateur division »), puis sur le bouton « (» ou « Left parentheses » (« Ouvrir une parenthèse »), en saisissant « 1000*1000 » et en terminant par un clic gauche sur le bouton «) » ou « right parentheses » (« Fermer une parenthèse ») (flèche verte ci-dessus). Nous pouvons voir que notre formule (flèche jaune) correspond maintenant à celle que nous avons indiquée précédemment. A côté de « Precision » (« Précision »), nous devons également indiquer une valeur pour la précision de notre nouveau champ en remplaçant la valeur par défaut (zéro) par la valeur cinq (c'est-à-dire cinq chiffres après la virgule ; flèche bleue). Si nous ne déterminons pas la précision, QGIS arrondit au nombre entier le plus proche (c'est-à-dire une valeur correspondant à la précision = 0) lorsque nous sauvegardons la table. Enfin, nous cliquons sur le bouton « OK » en bas de la fenêtre.

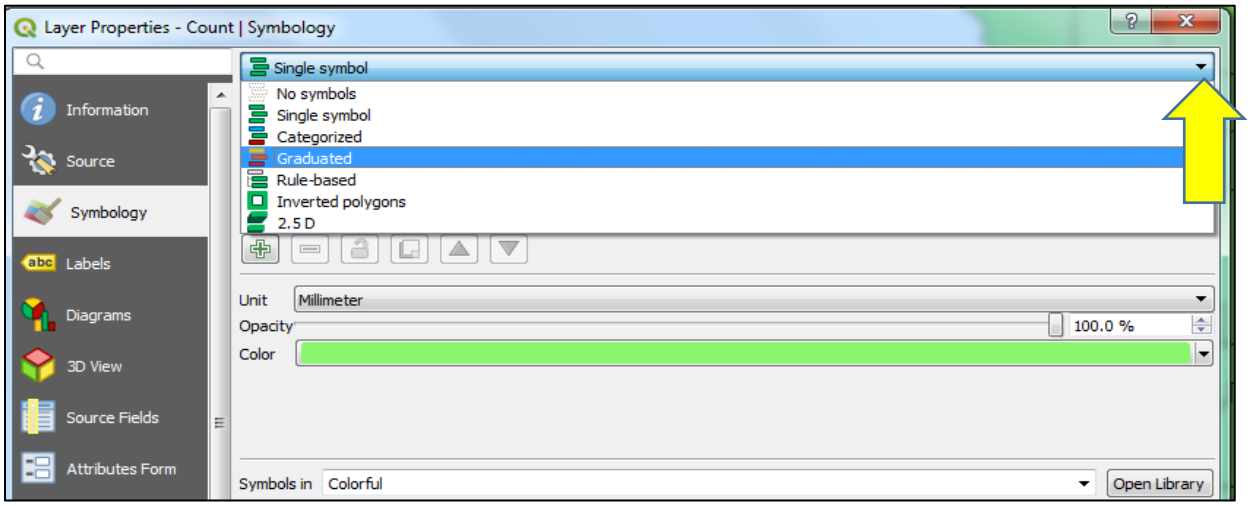


Lorsque nous ouvrons notre table d'attributs, nous pouvons maintenant constater que nous avons une nouvelle colonne appelée « Case rate » qui contient le nombre de cas/km² pour chaque comté (flèche jaune). Pour désactiver l'édition de la table, nous cliquons sur l'outil « Edit » (« Activer le mode d'édition ») (flèche bleue) et nous enregistrons nos modifications. Cela nous fournit les données requises, à partir desquelles nous allons créer notre carte choroplèthe.

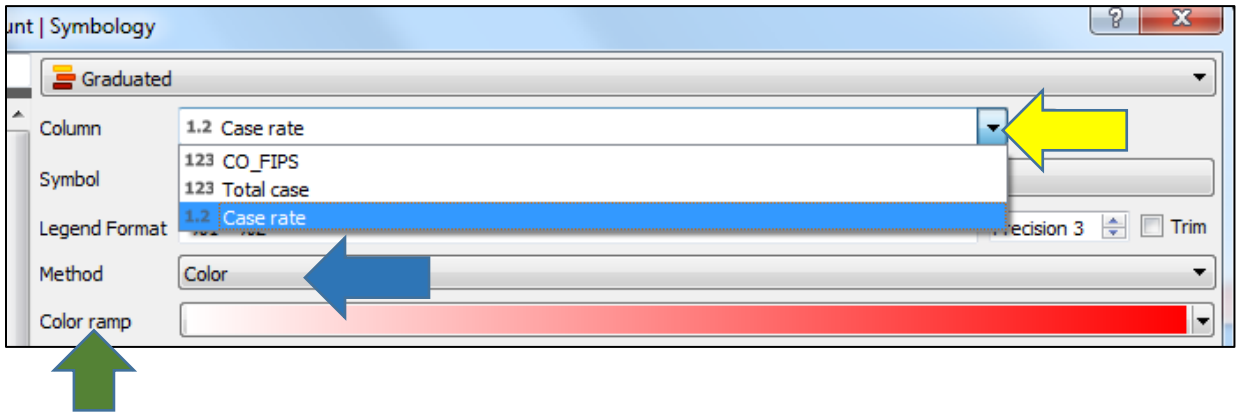


	COUNTY_NAM	CO_FIPS	Total case	Case rate
9	EDGAR	45	1	0.000617489785...
10	JASPER	79	1	0.000772643479...
11	STARK	175	1	0.001336024542...
12	WAYNE	191	3	0.001613998605...
13	CLAY	25	2	0.001640611231...
14	MCLEAN	113	6	0.001948717695...
15	CHAMPAIGN	19	6	0.002315267343...
16	LIVINGSTON	105	8	0.002947308417...
17	PIATT	147	4	0.003507414067...
18	WARREN	187	6	0.004252297782...
19	VERMILION	183	10	0.004274801014...
20	LOGAN	107	8	0.004979742263...
21	DOUGLAS	41	6	0.005537517928...
22	GREENE	61	8	0.005632044654...
23	DEWITT	39	6	0.005707303814...
24	IROQUOIS	75	18	0.006196436899...

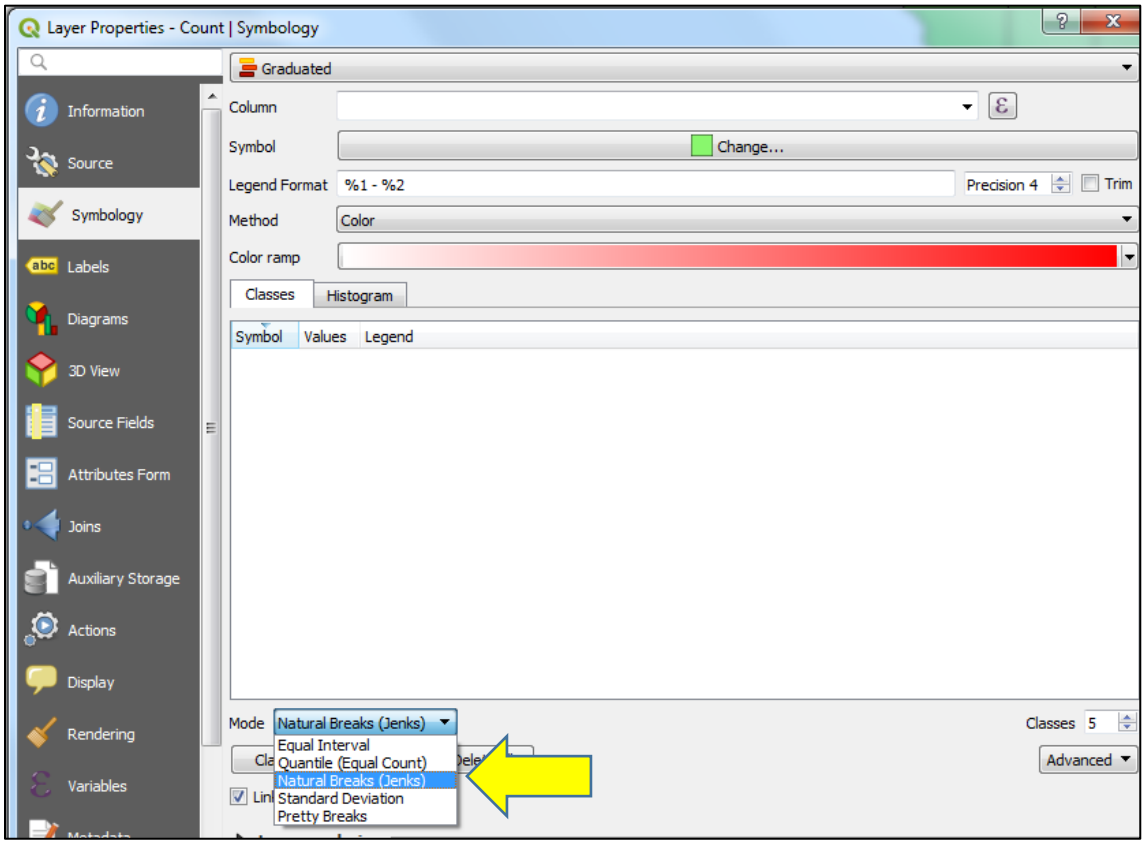
Pour contruire notre carte, nous faisons un clic droit sur la couche « County » (Comté) dans le panneau « Layers » (« Couches ») et sélectionnons « Properties » (Propriétés). Nous sélectionnons ensuite « Symbology » (« Symbologie ») et modifions le choix en haut de la fenêtre en remplaçant l'option « Single symbol » (symbole simple) par l'option « Graduated » (symbole proportionnel) en cliquant sur le triangle noir (flèche jaune) et en sélectionnant « Graduated ».



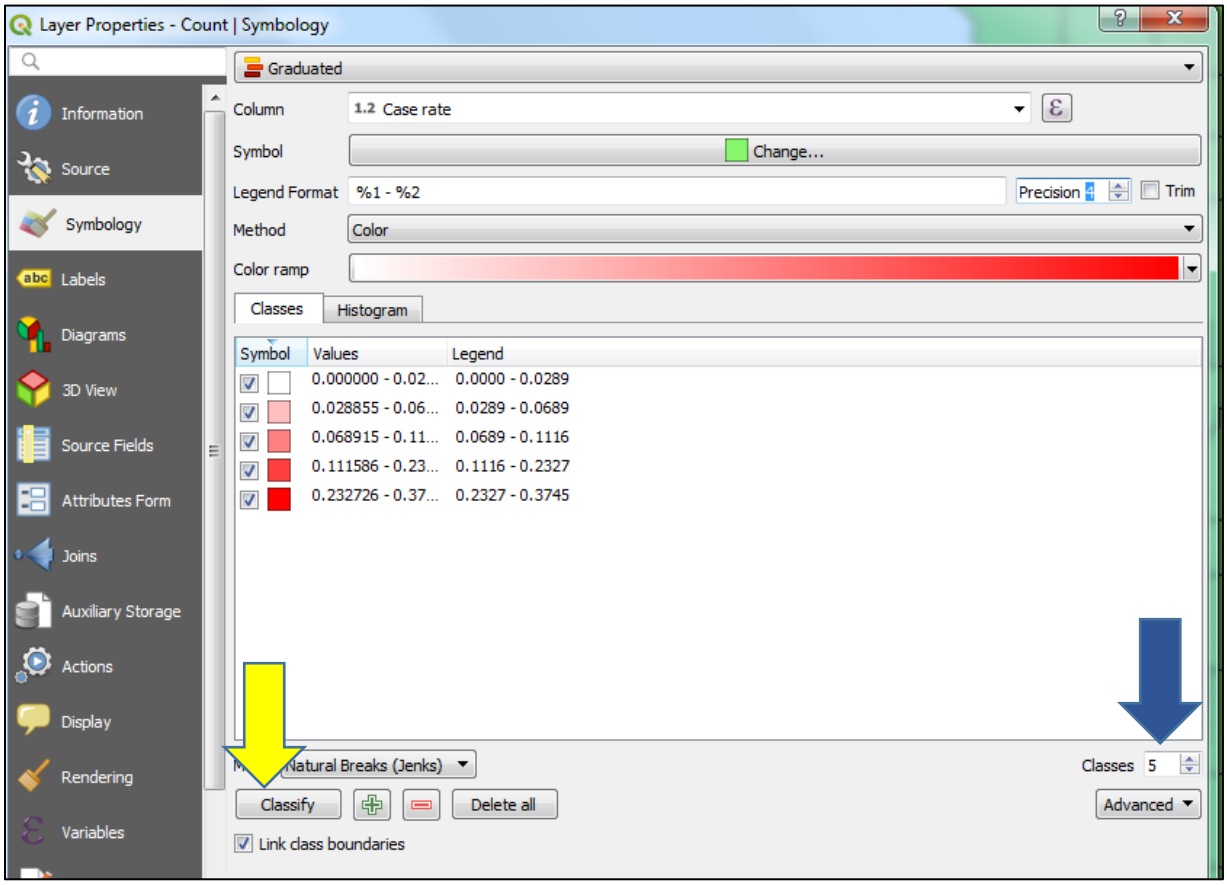
Cela ouvre une nouvelle fenêtre, identique à celle que nous avons vu précédemment pour la carte des symboles proportionnels. Nous sélectionnons tout d'abord le champ de la table d'attributs que nous souhaitons voir représenté par différentes classes de couleurs sur notre carte (en l'occurrence, le champ « Case rate ») en faisant un clic gauche sur le triangle noir situé à côté de la ligne « Column » (« Colonne ») (flèche jaune). Pour la ligne « Method » (« Méthode »), nous allons conserver l'option « Color » (couleur) (flèche bleue) et pour la ligne « Color ramp » (« Palette de couleur ») (flèche verte), nous utiliserons la palette par défaut. Vous pouvez toutefois choisir parmi un grand nombre de palettes de couleurs proposées ou créer la vôtre.



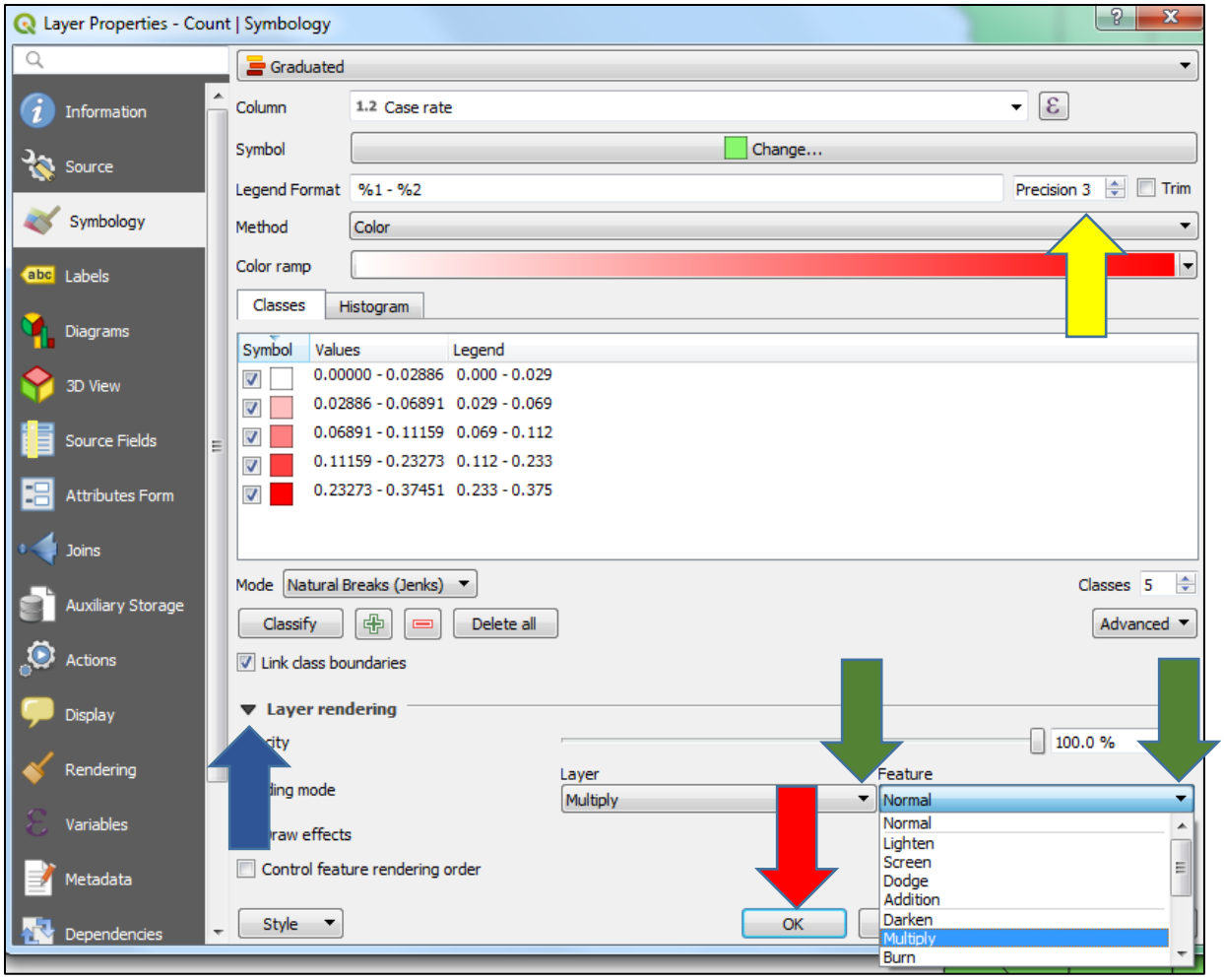
Nous indiquons maintenant de quelle manière QGIS assignera les valeurs du champ « Case rate » en classes discrètes. Nous effectuons un clic gauche sur le triangle noir (flèche jaune) associé à la ligne « Mode » et choisissons « Natural breaks (Jenks) » (« Ruptures naturelles (Jenks) »). D'autres options sont proposées ; vous pouvez les essayer si vous le souhaitez.



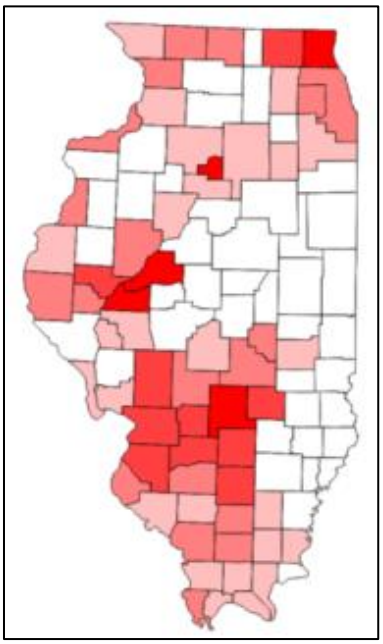
Nous faisons ensuite un clic gauche sur « Classify » (« Classer ») (flèche jaune) pour que QGIS crée les classes. Notez que nous allons conserver le nombre de classes à 5 (flèche bleue), mais qu'il peut être augmenté ou diminué à volonté. Nous pouvons maintenant voir les 5 classes, les valeurs limites associées et les couleurs avec lesquelles elles seront affichées.



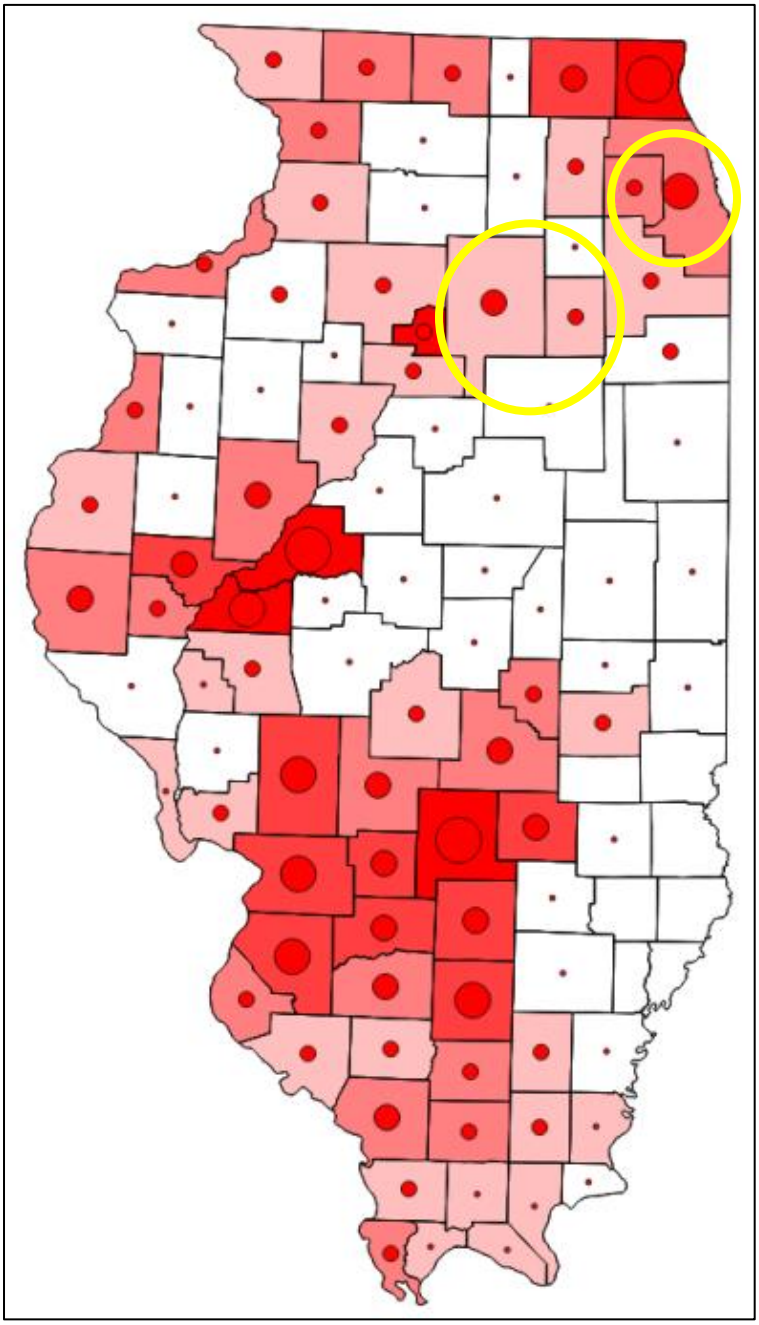
Pour les valeurs de la colonne « Legend » (« Légende »), nous souhaitons que 3 décimales seulement apparaissent. Dans le champ « Precision » (« Précision ») (flèche jaune) nous modifions le nombre de 4 à 3. Les valeurs de la légende sont maintenant arrondies à 3 décimales. Nous souhaitons également que les couches de carte sous-jacentes soient visibles sous nos symboles de couleurs. Nous cliquons donc sur le triangle noir à côté de « Layer rendering » (« Rendu de couche ») (flèche bleue) et sélectionnons l'option « Multiply » (« Multiplier ») pour les menus déroulants de « Layer » (« Couche ») et « Feature » (« Entité ») (flèches vertes). Nous cliquons ensuite sur « OK » (flèche rouge) pour créer notre carte choroplèthe.



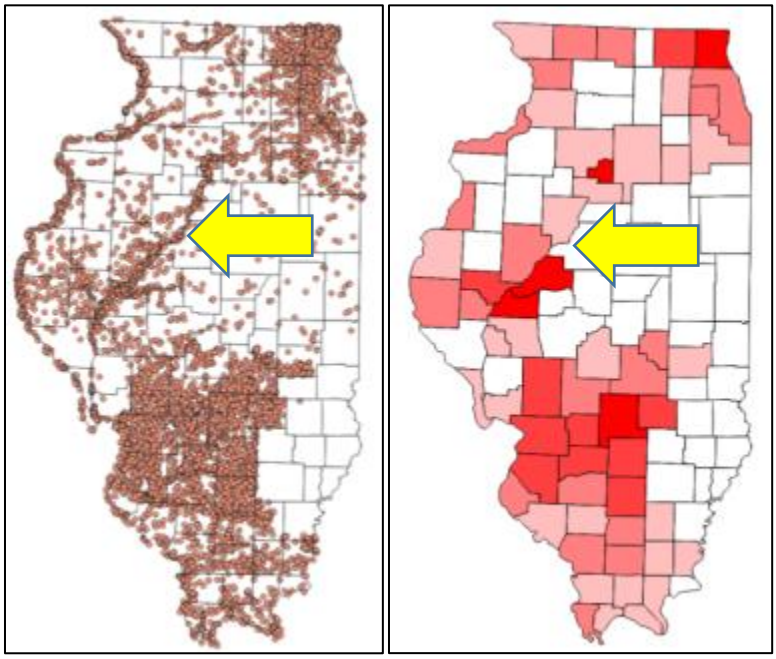
Notre carte choroplèthe finale est présentée ci-dessous.



Nous pouvons voir que cette représentation de nos informations relatives à la santé de la faune sauvage est globalement très proche de celle de la carte des symboles proportionnels, qui décrit le nombre total de cas par comté. Il y a toutefois quelques comtés pour lesquels cette carte choroplèthe montre des similitudes entre comtés, alors qu'ils apparaissaient très différents sur la carte des symboles proportionnels. Pour voir cela, nous allons activer notre couche de points appelée « Centroids » (« Centroïdes ») en faisant un clic gauche sur la case à cocher située à côté du nom de la couche « Centroids » dans le panneau « Layers » (« Couches »). Assurez-vous également que la couche « Centroids » (« Centroïdes ») se trouve en haut de la pile de couches. Nous obtenons une carte où figurent à la fois la carte choroplèthe et la carte de symboles proportionnels. Des exemples de différences entre les deux cartes sont entourés de jaune.



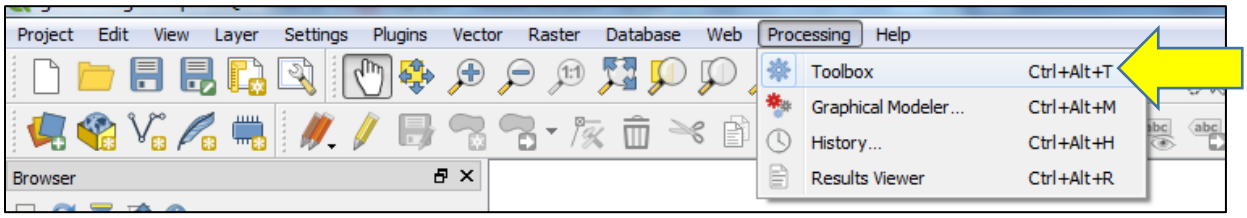
Il convient de noter que, pour faciliter une compréhension rapide des répartitions à grande échelle, la discrétisation et les résumés statistiques peuvent masquer les répartitions spatiales à petite échelle. Dans notre exemple, lorsque nous examinons la carte des données brutes, les cas présentent clairement des répartitions spatiales intéressantes. Par exemple, il semble y avoir un chapelet linéaire de cas à travers la partie centrale de l'Etat (flèche jaune) ; cette information devient toutefois beaucoup moins évidente lorsque nous examinons la carte choroplèthe.



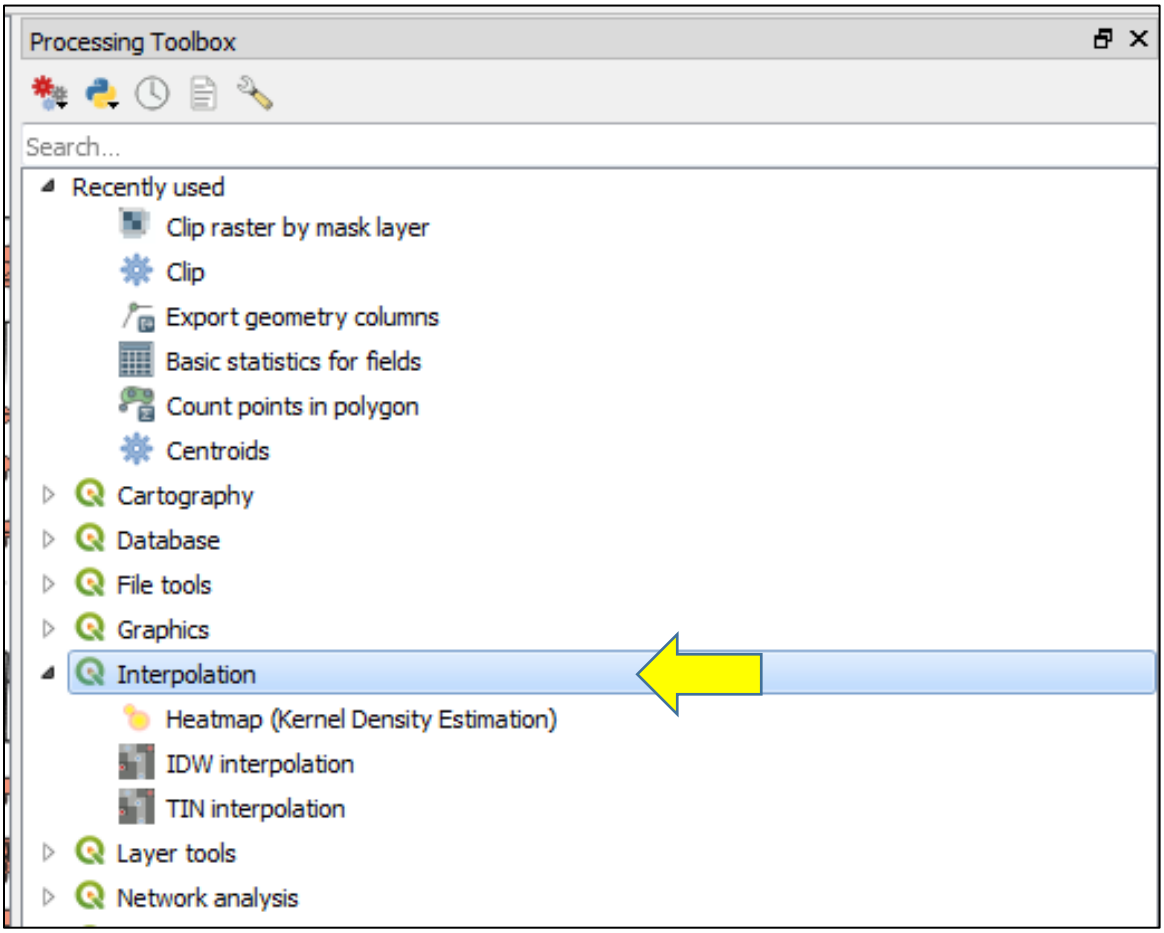
Carte de chaleur

La carte de chaleur ou carte de densité de noyau est le dernier type de carte SIG que nous vous montrerons comment créer dans cette formation. Ce type de carte utilise un modèle statistique non paramétrique, fondé sur la localisation des points de nos cas de maladie pour estimer une densité de probabilité pour le nombre de cas dans nos régions d'intérêt (par exemple en Illinois). Le résultat est une surface continue, ou carte de chaleur, qui représente le niveau relatif du nombre de cas en Illinois. Ce type de carte ne nécessite pas que nous discrétisions l'espace en unités aériennes/discrètes comme pour la carte de symboles proportionnels ou la carte choroplèthe. Remarque : les cartes de chaleur ne peuvent être créées qu'à partir de couches de points.

Pour créer une carte de chaleur dans QGIS, nous ouvrons le menu « Processing » (« Traitement ») situé en haut de la fenêtre QGIS et sélectionnons « Toolbox » (« Boîte à outils ») (flèche jaune), afin de faire apparaître les outils de géomatique disponibles dans QGIS.

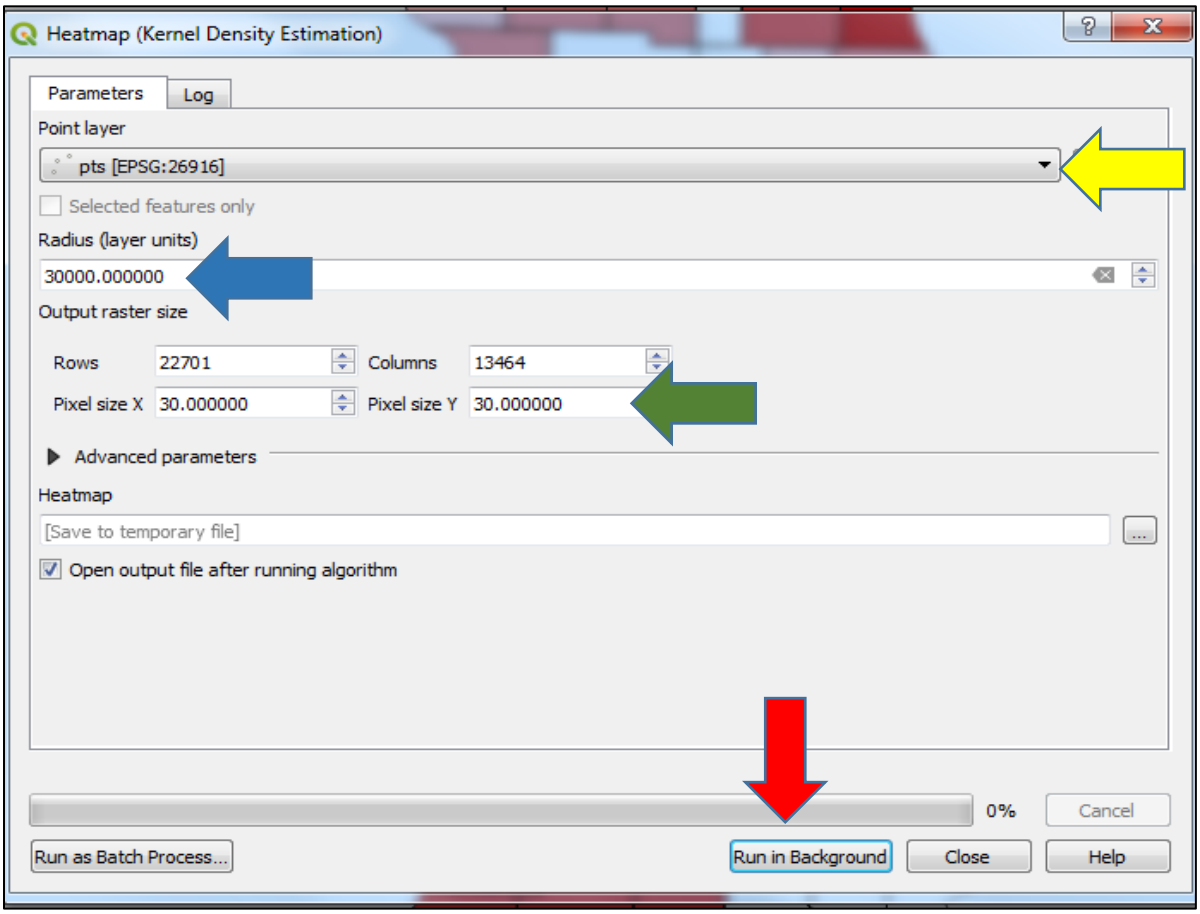


Cela ouvre la fenêtre de la boîte à outils « Processing Toolbox » (« Boite à outils de traitement »). L'outil qui nous intéresse est dans le groupe « Interpolation » auquel nous accédons en faisant un clic gauche sur la flèche à côté de « Interpolation ». Nous double-cliquons sur l'outil « Heatmap (Kernel Density Estimation) » (« Carte de chaleur (Estimation par noyau) ») (flèche jaune).

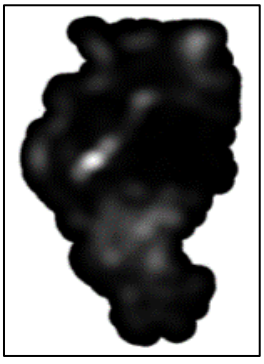


Cela ouvre la fenêtre de dialogue de l'outil « Heatmap » (« Carte de Chaleur (Estimation par Noyau) »). Nous sélectionnons la couche de points à partir de laquelle nous souhaitons créer une carte de chaleur (en l'occurrence la couche « pts » ; flèche jaune). Nous devons ensuite renseigner le champ « Radius (layer units) » (« Rayon (unités de la couche) ») (flèche bleue). Le rayon est le paramètre qui détermine le niveau de lissage qui sera effectué dans la région d'intérêt. L'explication heuristique est que, pour une localisation spécifique sur la carte, tous les points situés dans le rayon de cette localisation contribueront à l'estimation de la densité de noyau à cet emplacement. Tout point en dehors du rayon n'influera pas sur l'estimation de la densité de noyau à cet emplacement. Compte tenu de cette description, il est clair qu'un rayon plus grand conduira à une carte de chaleur plus lisse, tandis qu'un rayon plus petit produira une surface de densité de noyau moins lisse (un rayon de zéro renvoie par exemple à une carte des points). Pour notre exemple, nous allons fixer notre rayon à 30 000 mètres, ce qui générera une surface lisse. Notez que lorsque le rayon augmente, le temps de calcul augmente également. Enfin, pour « Output raster size » (taille du raster en sortie), nous définirons des valeurs « Pixel size X » (« Taille du pixel en X ») et « Pixel size Y » (« taille du pixel Y ») = 30 mètres (flèche verte), car la zone couverte par notre carte correspond à tout l'Etat de l'Illinois. Si vous fixez des tailles de pixel trop petites (par exemple 1 mètre), QGIS pourrait ne pas être en mesure de générer la carte de chaleur, vraisemblablement à cause de limites en termes de

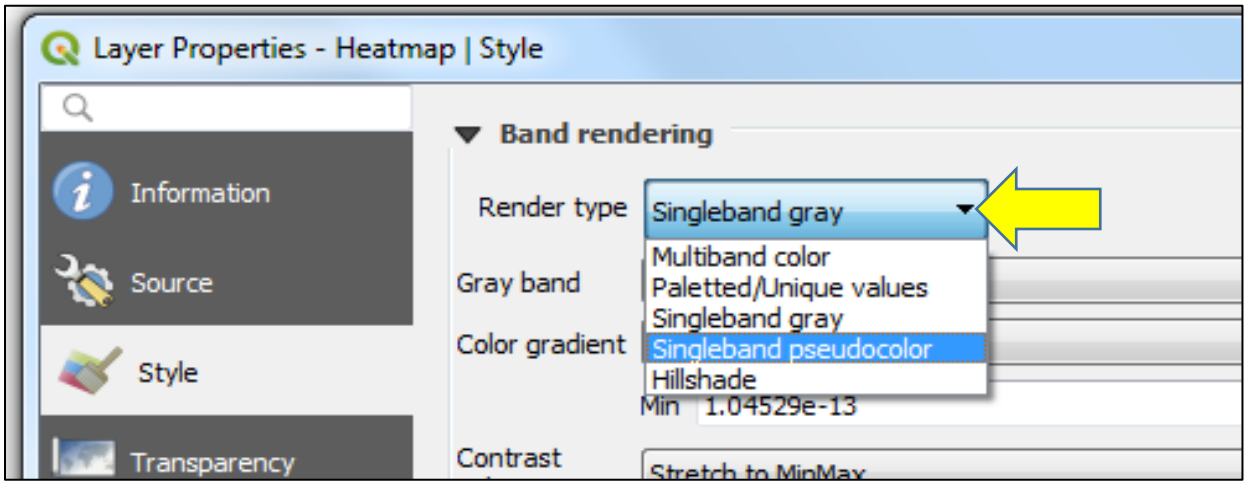
mémoire. Il convient de souligner que les cartes de chaleur produites par cet outil sont des images matricielles, dont nous avons déjà parlé auparavant, et que c'est pour cette raison que devons spécifier la résolution/la taille de pixel de notre carte de chaleur. Nous allons enregistrer cette carte dans un fichier temporaire car nous allons réaliser des manipulations supplémentaires avec elle et nous enregistrerons ces manipulations dans un fichier pour une utilisation ultérieure. Nous terminons en cliquant sur « Run in Background » (exécuter en arrière-plan) (flèche rouge).



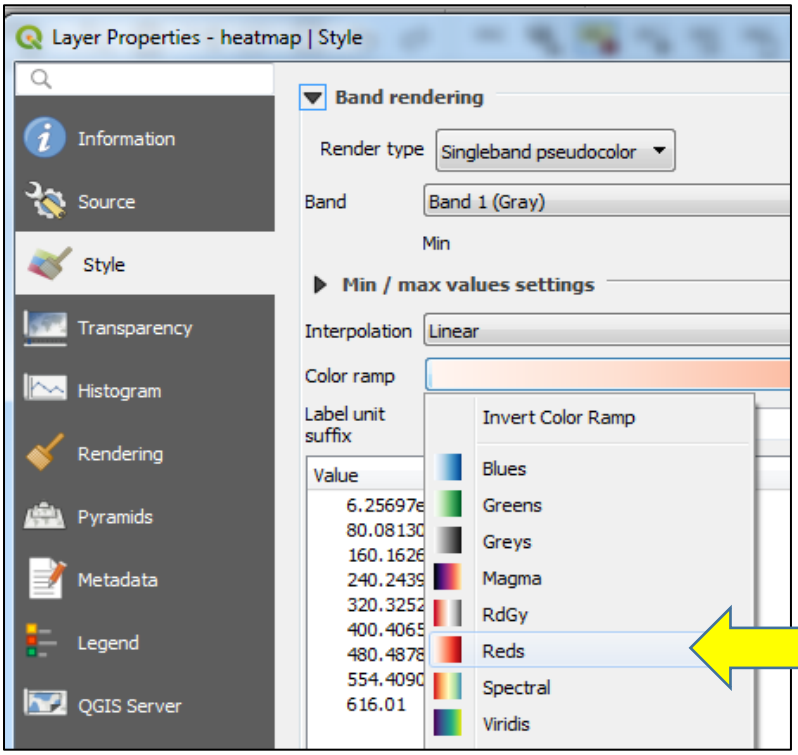
Les calculs de densité de noyau peuvent prendre un certain temps, en fonction de la taille du rayon que vous avez fixée, de la taille de pixel que vous avez sélectionnée et du nombre de points dans la couche de points utilisée. Une fois que QGIS a terminé de calculer, une nouvelle carte est produite ; elle montre la densité relative des cas de maladie dans tout l'Illinois en niveaux de gris, le noir représentant la plus faible densité et le blanc représentant la densité la plus forte.



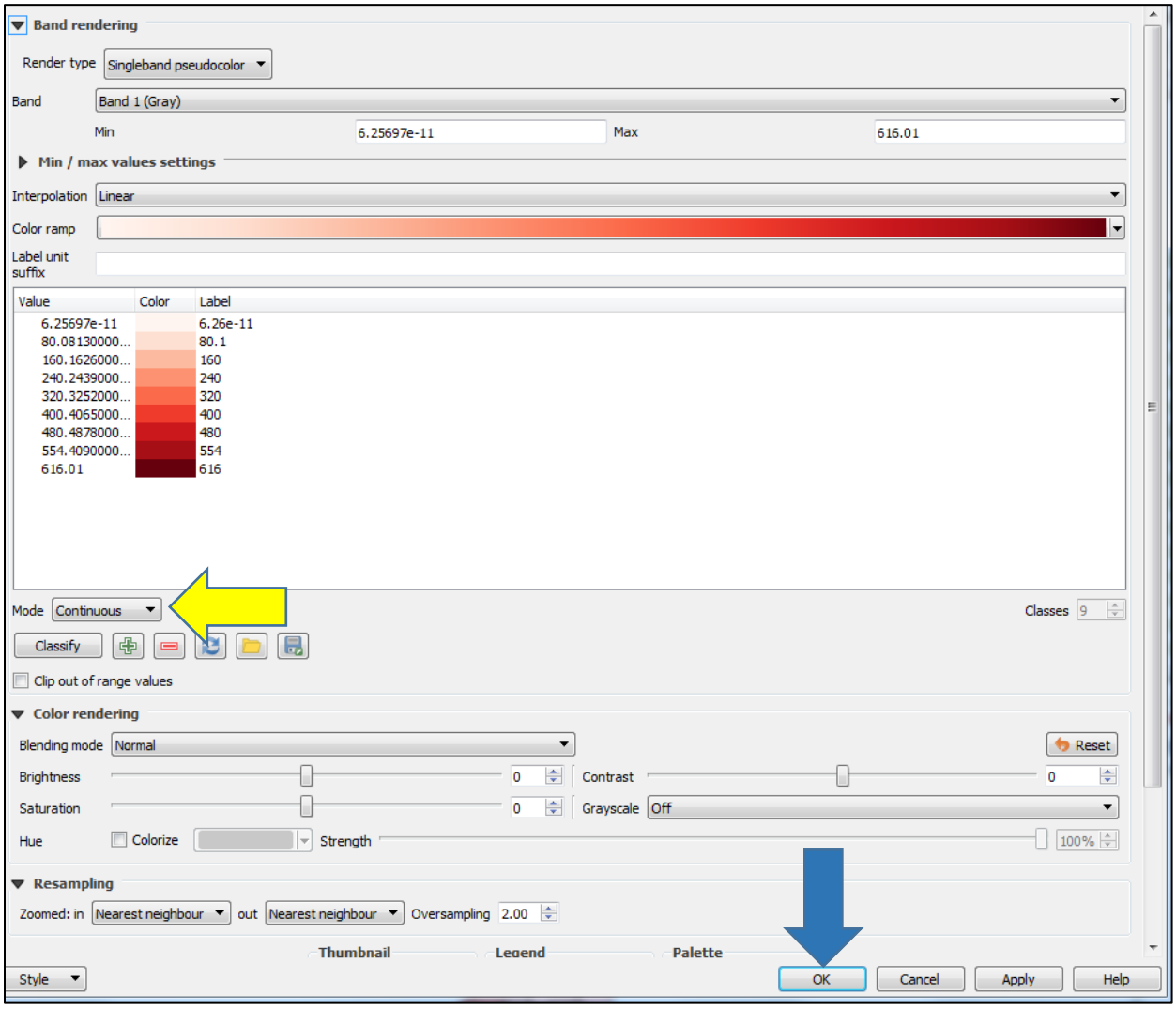
Cette représentation en échelle de gris de la carte de chaleur n'est visuellement pas satisfaisante pour notre problème. Nous allons donc modifier la palette des couleurs utilisées pour représenter la couche matricielle. Nous faisons un clic droit sur le nom de la couche matricielle (en l'occurrence « Heatmap ») dans le panneau « Layers » (« Couches ») et sélectionnons « Properties » (Propriétés). Nous choisissons ensuite « Style » (« Style ») dans la fenêtre de dialogue qui s'ouvre. Nous cliquons ensuite sur le triangle noir à côté de « Render type » (« Type de rendu ») (flèche jaune), puis sélectionnons l'option « Singleband pseudocolor » (pseudo-couleur monobande).



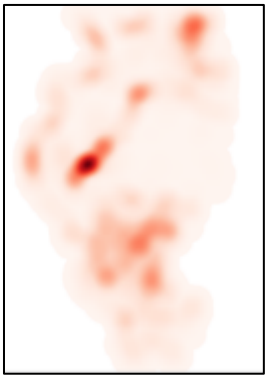
Cela nous permettra de choisir une représentation en couleur de notre image matricielle. Nous effectuons un clic gauche sur le triangle noir de « Color ramp » (« Palette de couleur ») et sélectionnons « Reds » (rouge) (flèche jaune) pour correspondre aux cartes que nous avons construites jusqu'ici.



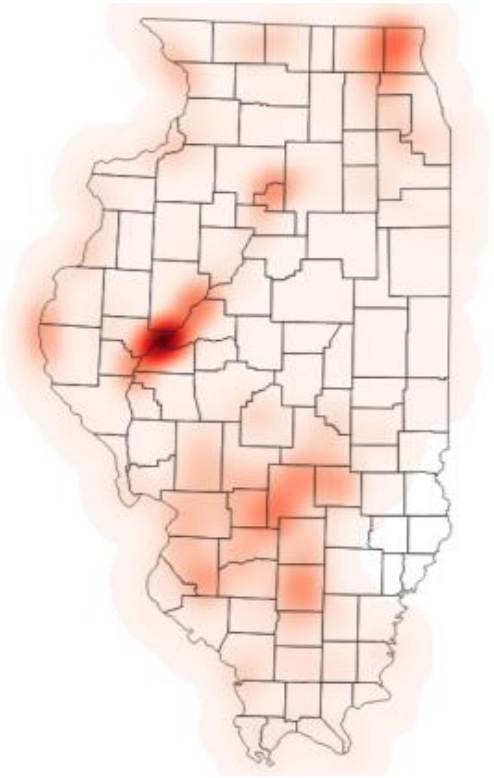
Pour le « Mode », nous conservons « Continuous » (« Continu ») (flèche jaune) pour notre exemple, mais vous pouvez créer des classes si vous le souhaitez. Nous terminons en cliquant sur « OK » (flèche bleue).



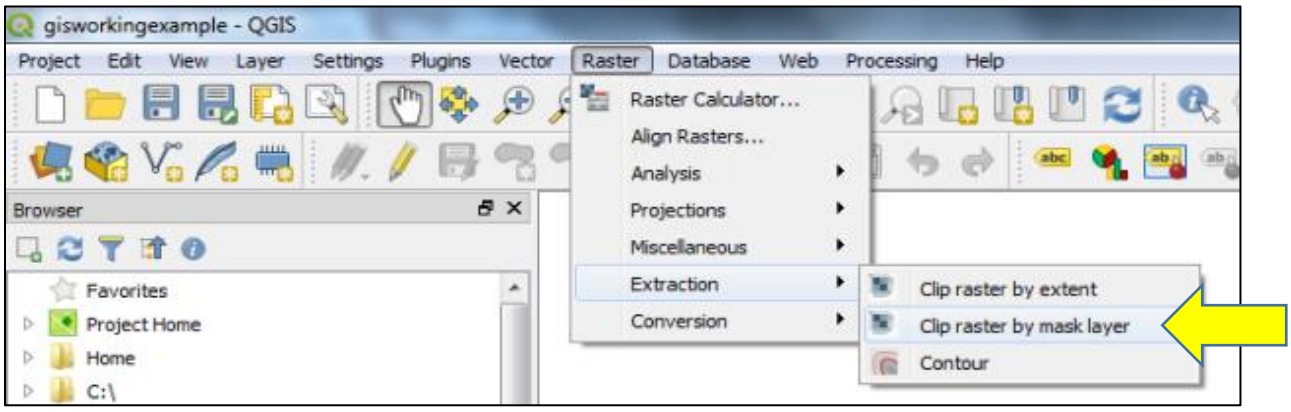
Le résultat est présenté ci-dessous. Nous pouvons voir que cette carte est plus facile à interpréter que l'image matricielle d'origine en niveaux de gris présentée plus haut.



Si nous superposons la couche de polygones des comtés à cette carte de chaleur en faisant glisser la couche de polygones des comtés sur le dessus de la pile de couches dans le panneau « Layers » (« Couches »), nous constatons que la carte de chaleur déborde au-delà des frontières de l'Etat de l'Illinois. Cela est dû à la nature de l'algorithme de lissage. Ce n'est pas souhaitable, compte tenu de nos objectifs.

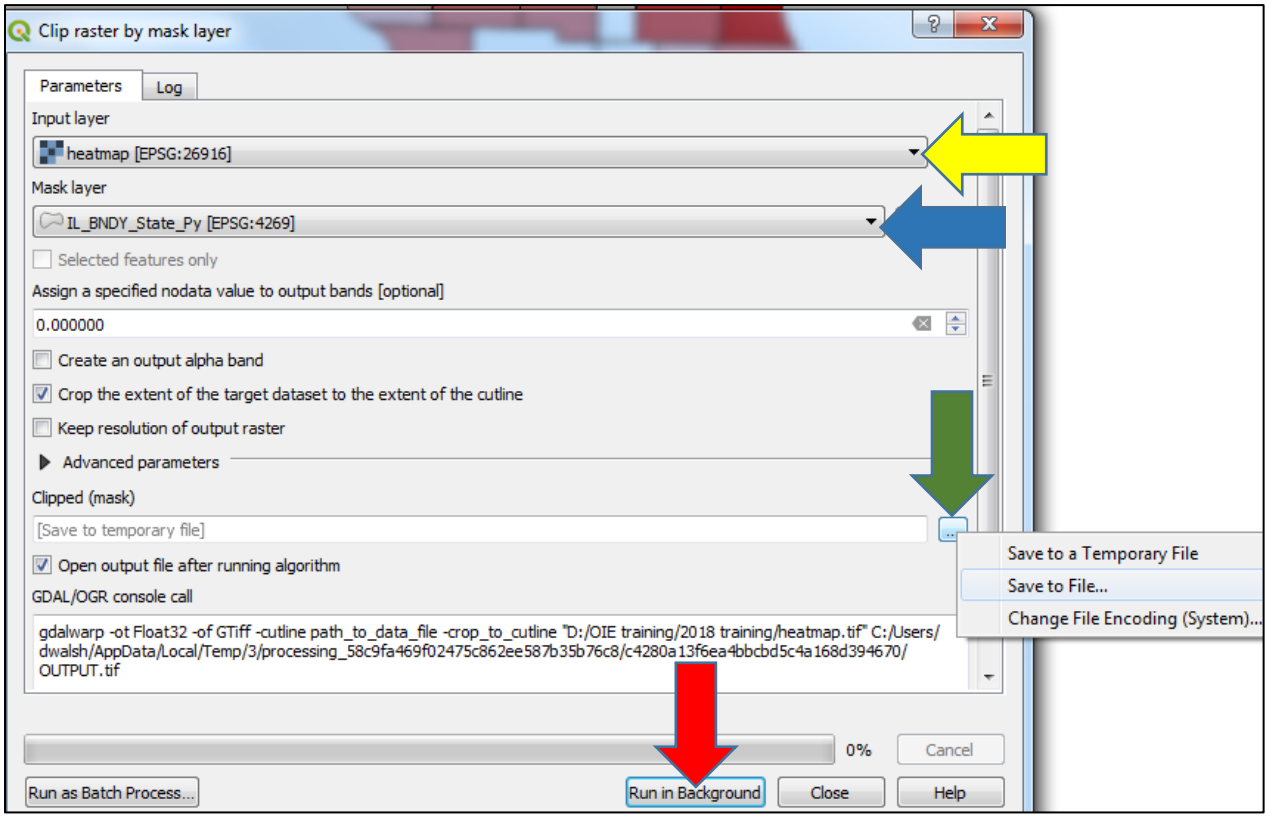


Pour corriger ce problème, nous allons découper la carte de chaleur matricielle, en utilisant la couche de polygones de comtés. Nous ouvrons le menu « Raster » en haut de l'écran, sélectionnons la boîte à outils « Extraction », puis nous choisissons « Clip raster by mask layer » (« Découper un raster selon une couche de masque ») (flèche jaune).

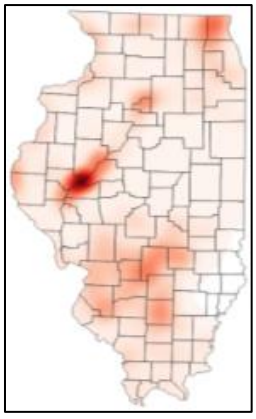


Cela ouvre une nouvelle fenêtre de dialogue dans laquelle nous choisirons sous « input Layer » (« Couche source ») la couche matricielle que nous avons l'intention de découper (flèche jaune). Nous choisissons également sous « Mask layer » (« Couche de masque ») la couche vectorielle que nous

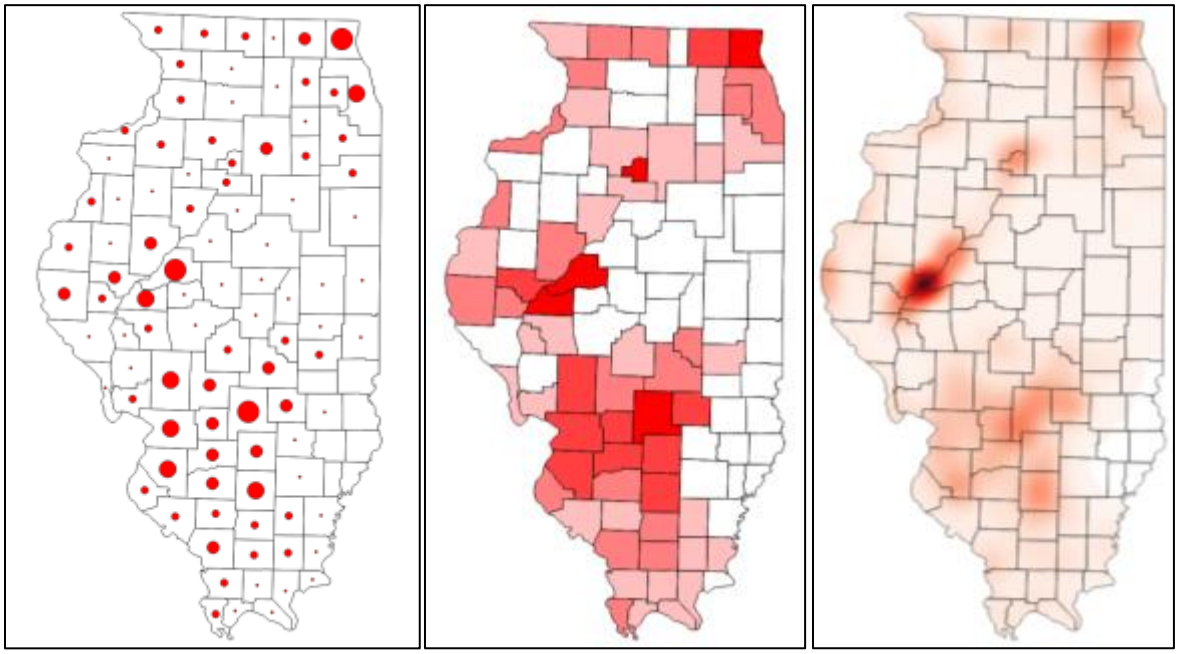
utiliserons pour découper la couche matricielle ; dans notre exemple, la couche de masque est la couche de polygones des comtés (flèche bleue). Enfin, sous « Clipped (mask) » (« Découpé (masque) ») nous ferons un clic gauche sur le bouton « … », puis sélectionnerons « Save to file » (« Enregistrer dans un fichier ») (flèche verte). Cela ouvrira une fenêtre de l'explorateur que nous pourrons utiliser pour accéder sur notre ordinateur au répertoire dans lequel nous souhaitons enregistrer notre fichier en tant que GeoTiff, et nous permettra d'indiquer un nom de fichier (par exemple, « heatmap »). Nous lançons ensuite l'exécution de l'outil en cliquant sur le bouton « Run in Background » (exécuter en arrière-plan) (flèche rouge).



Nous obtenons ainsi la carte thermique finale que nous pouvons utiliser pour diffuser nos informations relatives à la santé de la faune sauvage. Cette image préserve certaines des informations spatiales aux échelles les plus fines et montre clairement que les taux de cas au sein des Comtés sont hétérogènes. C'est le type d'informations qui est perdu avec la carte choroplèthe ou la carte de symboles proportionnels.



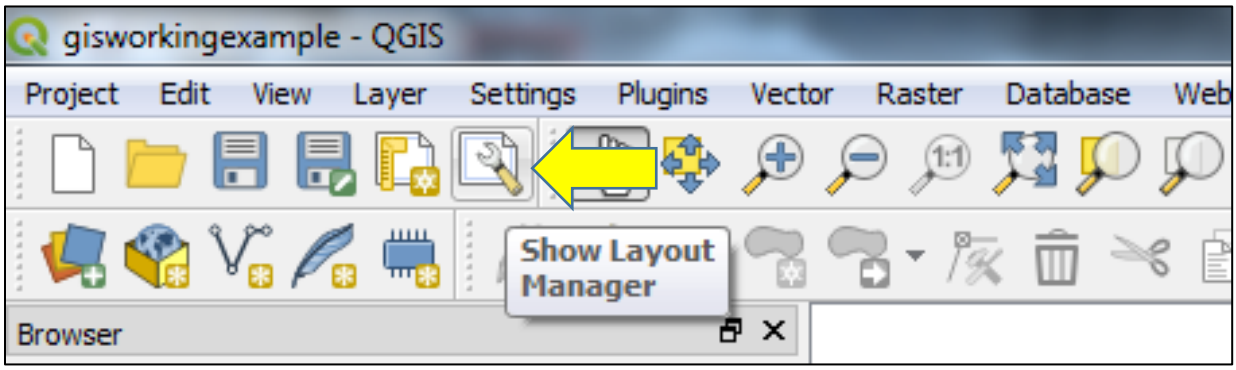
Pour finir, nous plaçons les trois cartes côte à côte, ce qui permet de montrer que les mêmes informations sont présentées de différentes manières et peuvent être utilisées pour transmettre des messages différents.



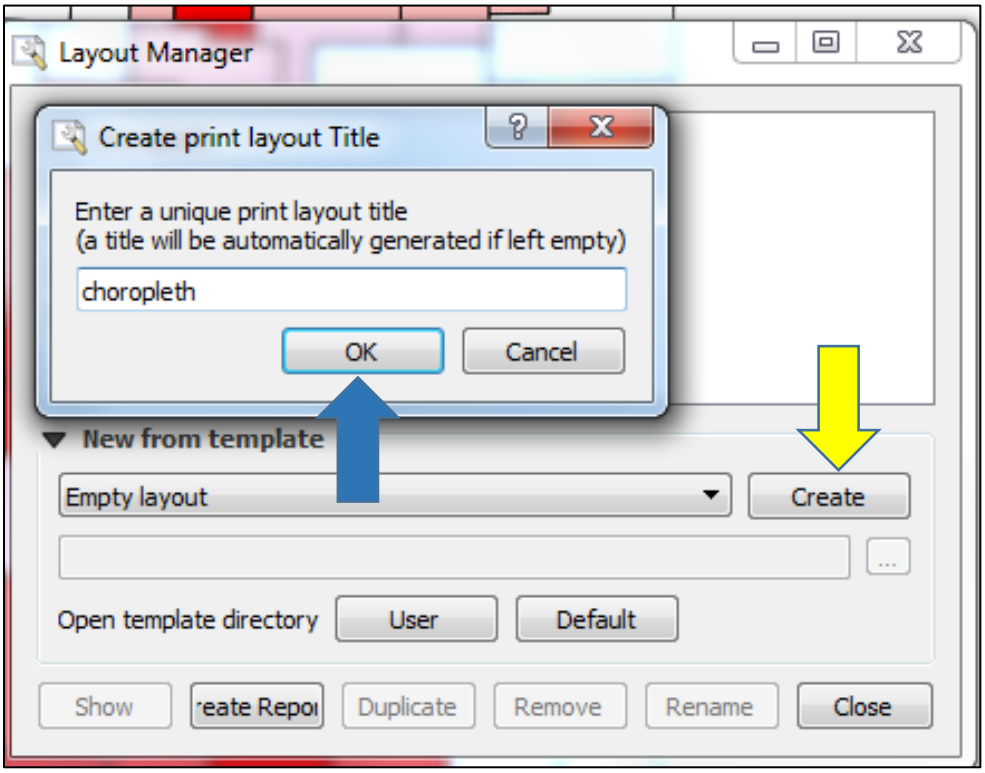
Nous allons conclure notre discussion sur la création de cartes dans QGIS en décrivant la manière de créer des cartes « peaufinées » pouvant être partagées.

Créer des mises en page cartographiques

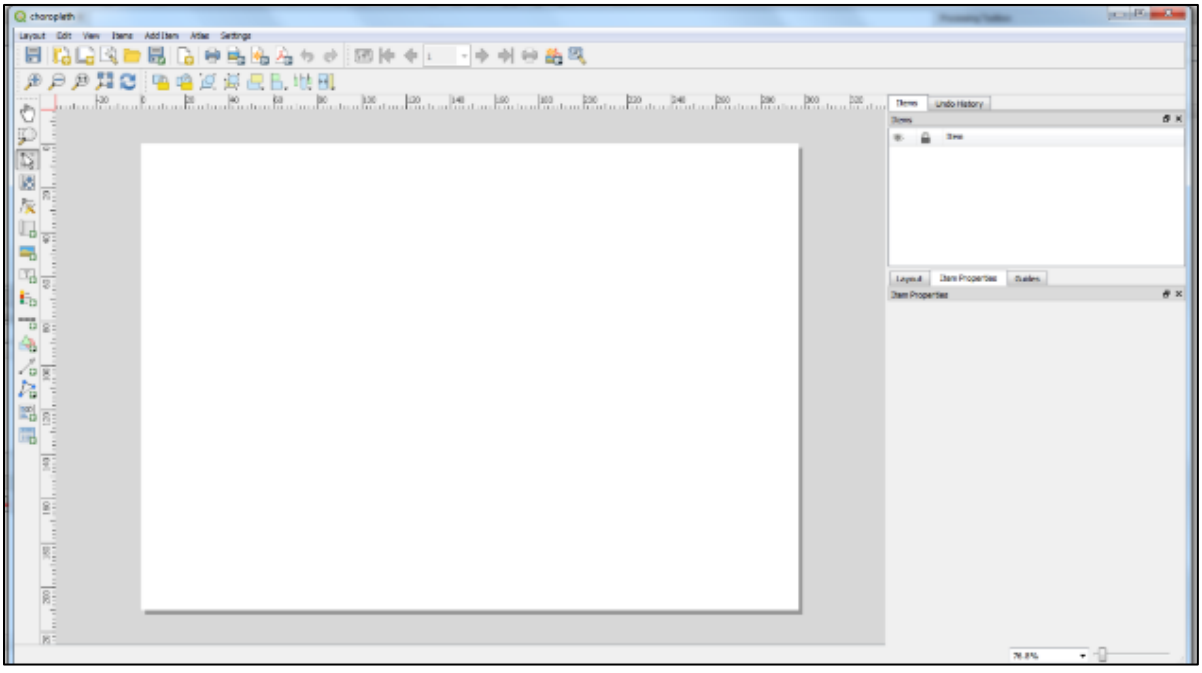
Nous avons montré certaines des fonctionnalités de QGIS et expliqué en détail comment combiner des couches de données spatiales pour créer un SIG afin de visualiser des informations relatives à la santé de la faune sauvage. Nous allons maintenant décrire la manière de finaliser une carte susceptible d'être diffusée aux parties intéressées. Cela comprendra la création d'une mise en page cartographique. Pour cela, nous utiliserons la carte choroplèthe que nous avons créée précédemment. Si cette couche n'est pas la couche supérieure de la pile, désactivez toutes les couches, excepté la couche « Count », dans le panneau « Layers » (« Couches ») en décochant les cases à côté des noms de couches. Puis nous commencerons en faisant un clic gauche sur l'outil « Show layout manager » (« Afficher le gestionnaire de mise en page ») situé en haut de l'écran (flèche jaune).



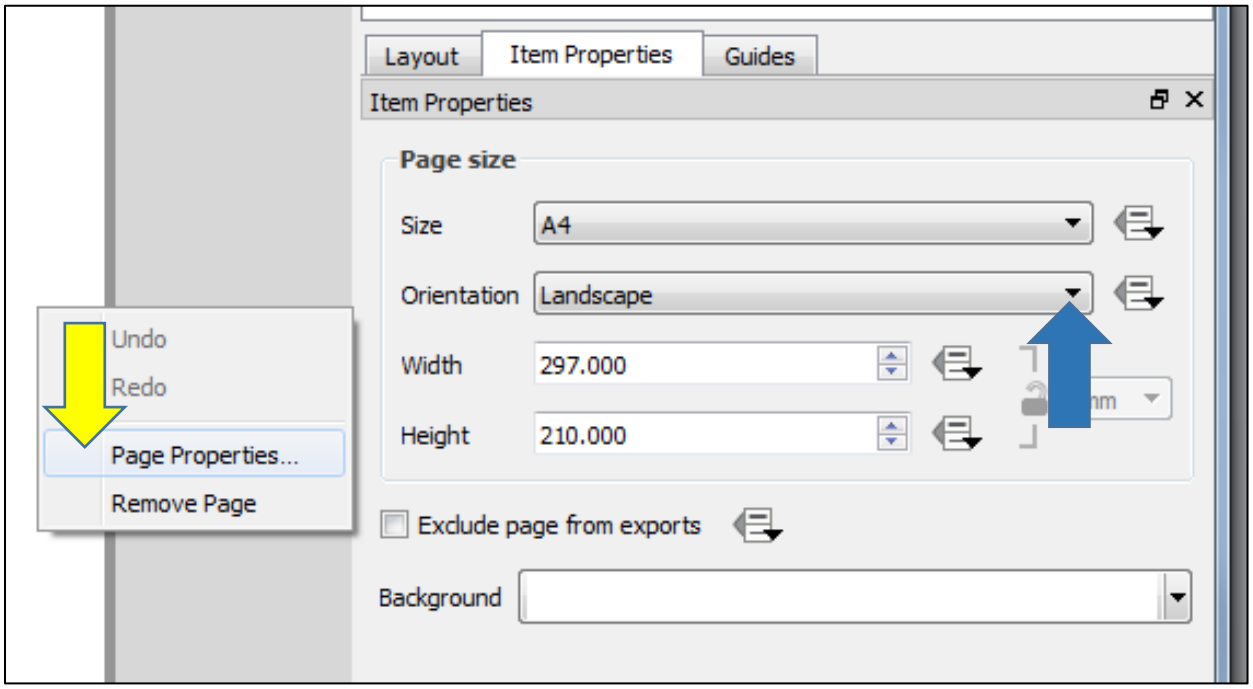
Cela ouvre une invitation de commande dans laquelle nous pouvons indiquer le nom de notre nouvelle mise en page ou ouvrir une couche existante. Nous allons créer une nouvelle mise en page en cliquant sur « Create » (créer) (flèche jaune) et saisir le nom de notre mise en page, « choroplèthe ». Nous faisons ensuite un clic gauche sur « OK » (flèche bleue).



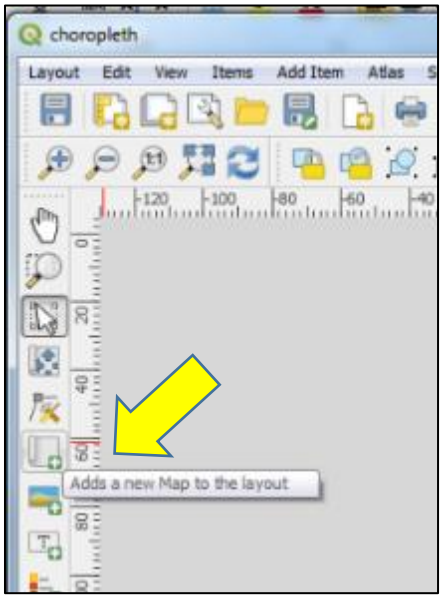
Nous voyons alors s'afficher la fenêtre du gestionnaire de mise en page.



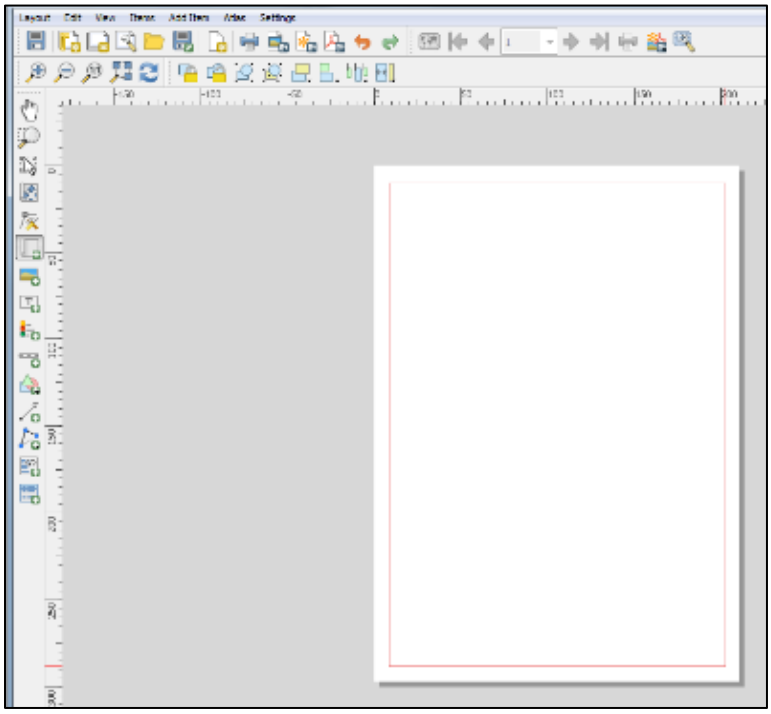
Tout d'abord, nous devons changer notre modèle de présentation, en passant de l'orientation « paysage » à l'orientation « portrait », car notre carte est plus haute que large. Pour ce faire, nous effectuons un clic droit sur le modèle de carte vierge et sélectionnons « Page properties… » (Propriétés de la page) (flèche jaune). Nous pouvons alors accéder au panneau « Item Properties » (« Propriétés de l'objet ») et modifier l'orientation de « Landscape » (« Paysage ») à « Portrait » en cliquant sur le triangle noir (flèche bleue) de la ligne « Orientation » et en sélectionnant l'option « Portrait ».



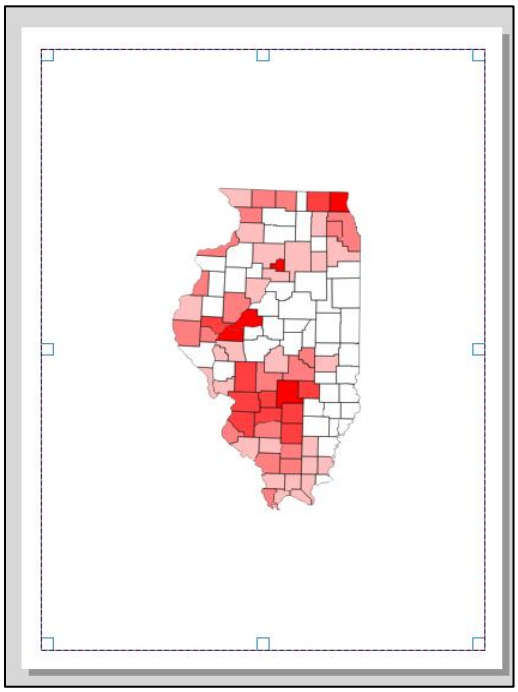
Le premier élément que nous allons ajouter à notre mise en page est la carte choroplèthe. Nous effectuons un clic gauche sur l'outil « Add new map » (« Ajoute une nouvelle carte ») (flèche jaune).



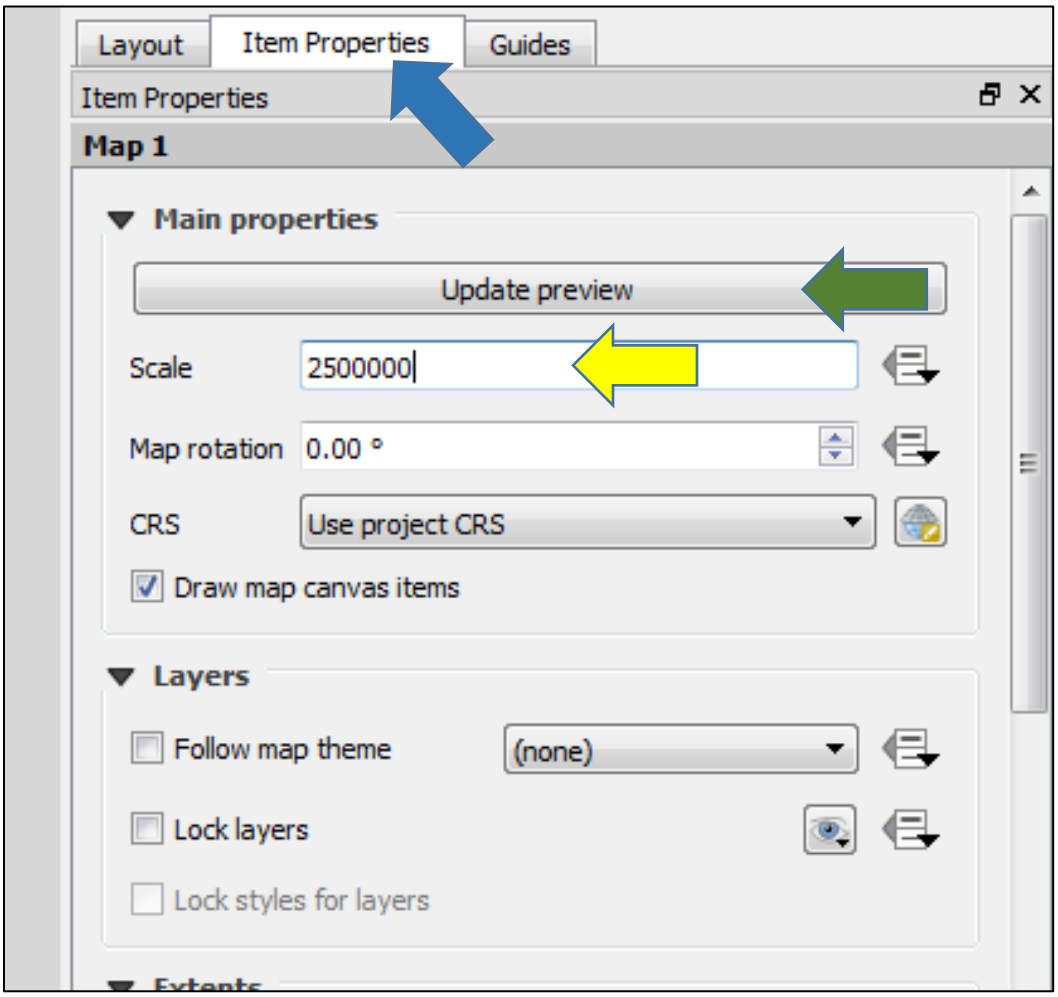
Une croix noire apparaît que nous utilisons pour créer sur le modèle un rectangle rouge, qui définira la zone que notre carte occupera sur le modèle. Nous plaçons tout d'abord la souris à l'emplacement où nous voulons que notre rectangle débute. Nous maintenons ensuite le bouton gauche de la souris enfoncé et faisons glisser la souris pour créer le rectangle de la taille souhaitée.



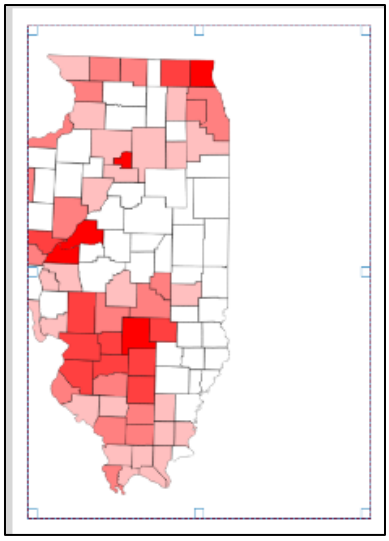
Nous voyons maintenant notre carte choroplèthe affichée sur le modèle. Elle est toutefois trop petite par rapport à la taille de notre mise en page.



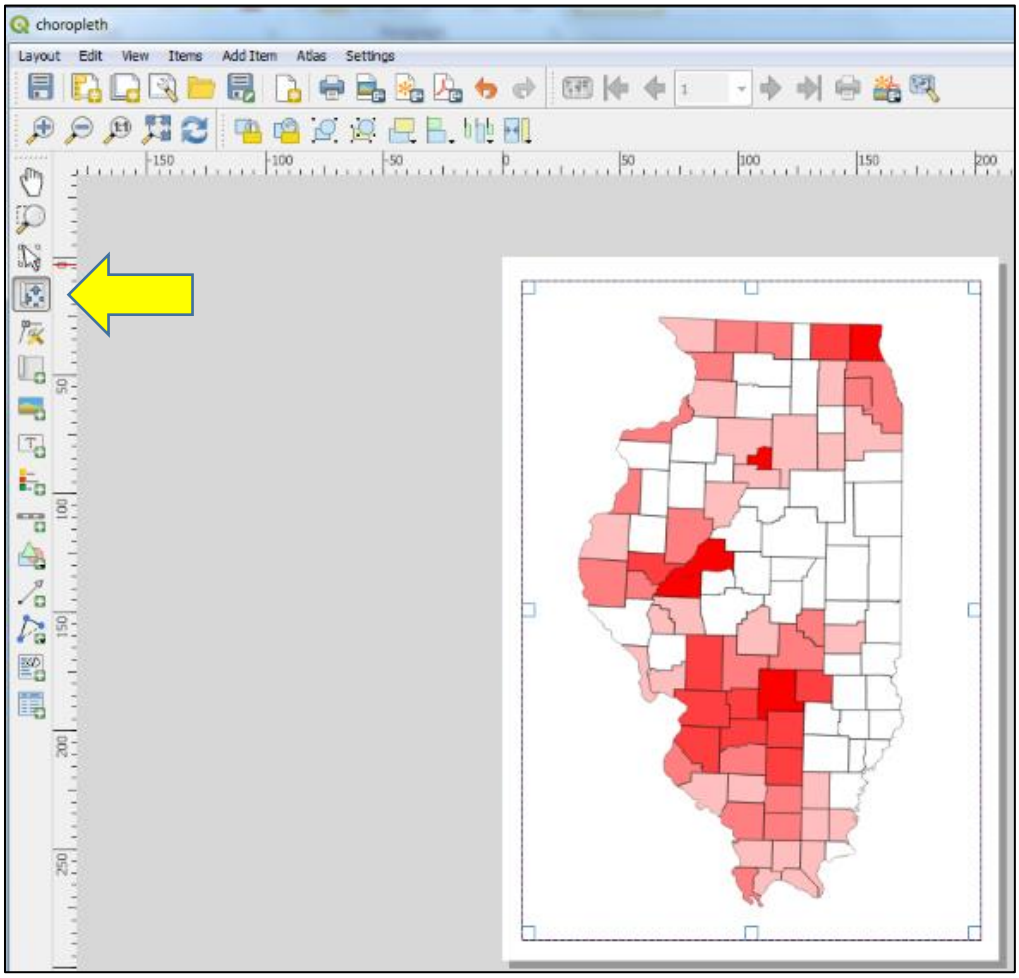
Nous allons donc changer l'échelle, en indiquant 2500000 à la ligne « Scale » (« Echelle ») (flèche jaune) dans le panneau « Item Properties » (« Propriétés de l'objet ») (flèche bleue). Vous devrez peut-être jouer avec différentes valeurs pour l'échelle, afin de déterminer celle qui convient le mieux à votre carte. À titre de référence, diminuer le nombre saisi pour la valeur de l'échelle se traduit par un « zoom avant » sur la carte, alors qu'augmenter ce nombre conduit à un « zoom arrière » sur la carte. Une fois que nous avons indiqué notre nouvelle échelle, nous effectuons un clic gauche sur « Update preview » (« Mise à jour de l'aperçu ») (flèche verte) afin de visualiser l'effet de la modification de l'échelle sur l'apparence de notre carte. Nous répétons l'opération jusqu'à ce que nous ayons la taille souhaitée.



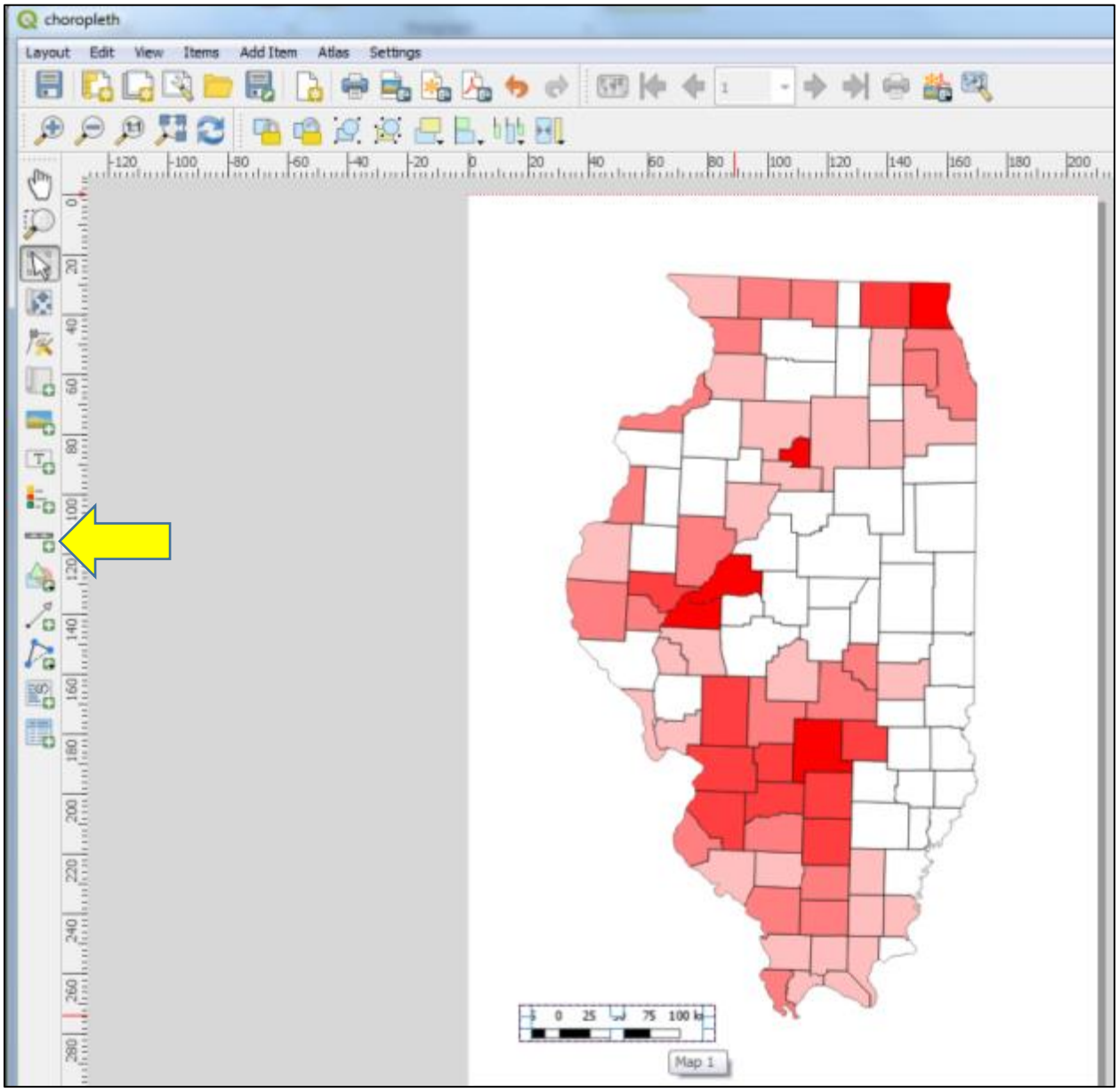
Nous pouvons voir que la carte choroplèthe occupe maintenant toute la surface du modèle.



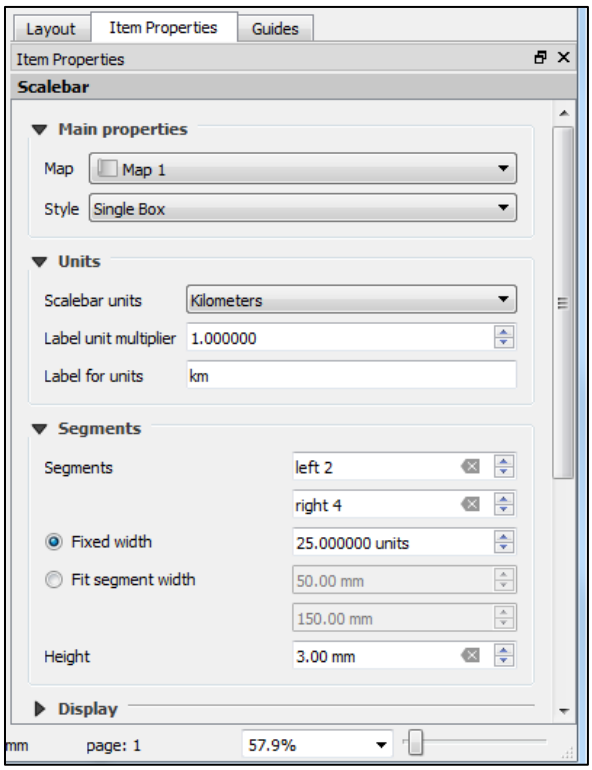
Elle est toutefois nettement décentrée dans notre modèle. Nous cliquons donc sur l'outil « Move Item » (« Déplacer le contenu de l'objet ») (flèche jaune). Nous plaçons ensuite la souris sur notre carte et, tout en maintenant le bouton gauche de la souris enfoncé, nous déplaçons la carte sur notre modèle vers l'emplacement souhaité. Elle est maintenant centrée.



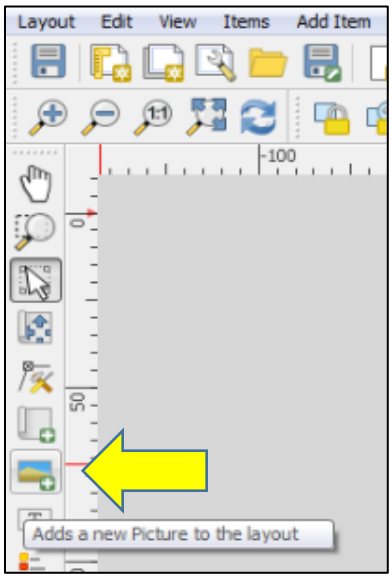
L'élément que nous allons ajouter ensuite est une échelle graphique. Les échelles graphiques sont des éléments importants des cartes, car elles permettent à l'utilisateur de la carte de déterminer les distances sur celle-ci. Pour ajouter l'échelle graphique, nous faisons un clic gauche sur l'outil « Add scale bar » (« Ajouter une nouvelle échelle graphique à la mise en page ») (flèche jaune), puis nous déplaçons notre curseur jusqu'à l'emplacement où nous souhaitons placer notre échelle graphique. Nous maintenons ensuite le bouton gauche de la souris enfoncé et faisons glisser le curseur pour créer une échelle graphique de la hauteur et de la longueur souhaitées.



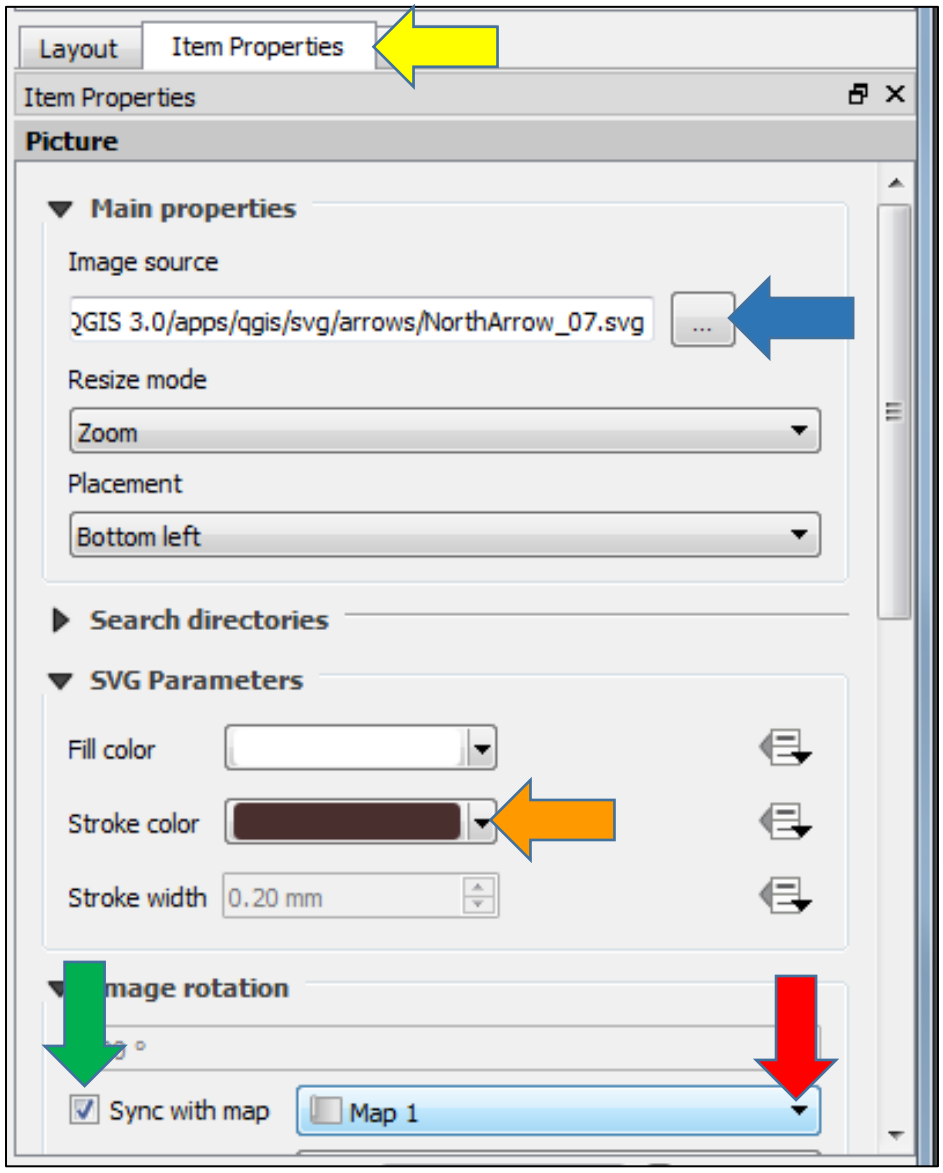
Nous pouvons modifier les propriétés de l'échelle graphique en faisant un clic gauche sur l'échelle graphique nouvellement créée afin de la sélectionner, puis en accédant au panneau « Item Properties » (« Propriétés de l'objet »). De nombreuses options peuvent être sélectionnées. Vous pouvez notamment modifier les unités de l'échelle graphique (par exemple, mètres en kilomètres, etc.), sa police, sa couleur, etc. Nous nous contenterons des paramètres par défaut pour cet exemple.



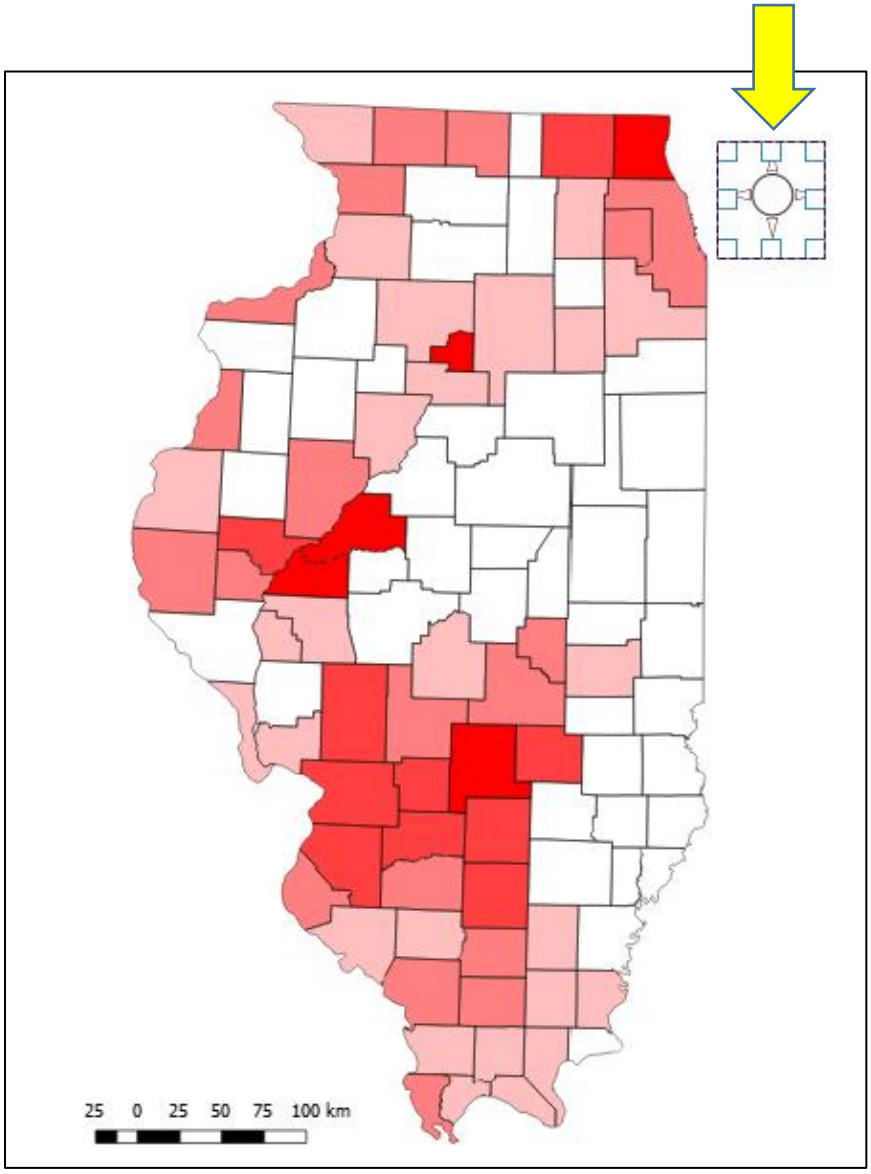
L'élément que nous ajouterons ensuite est une flèche indiquant le nord (flèche Nord). Cet élément aide l'utilisateur de la carte à connaître l'orientation géographique de celle-ci, ce qui est souvent essentiel pour exploiter réellement la carte. La flèche Nord est ajoutée en cliquant avec le bouton gauche de la souris sur « Add picture tool » (« Ajouter une nouvelle icône ») (flèche jaune).



Le curseur de la souris est remplacé par une croix noire. Déplacez le curseur à l'endroit où vous souhaitez placer la flèche Nord et, tout en maintenant le bouton gauche de la souris enfoncé, « tirez » un rectangle aux dimensions de la flèche Nord que vous souhaitez insérer, puis relâchez le bouton de la souris. Cela crée un cadre dans lequel la flèche Nord sera placée. Dans le panneau « Item properties » (« Propriétés de l'objet ») (flèche jaune), cliquez ensuite sur le bouton « ... » (flèche bleue) sous « Image source » (« Source de l'image ») afin d'ouvrir une fenêtre de l'explorateur et d'accéder au dossier contenant l'image que vous voulez utiliser. QGIS est livré avec un certain nombre d'images de flèches Nord qui peuvent être sélectionnées. Elles se trouvent dans le répertoire suivant : « C:\ Program Files\QGIS 3.0\apps\qgis\svg\arrows ». Pour notre carte, nous choisirons « NorthArrow_07.svg ». Nous voulons synchroniser la flèche Nord avec notre carte, nous allons donc cocher l'option « Sync with map » (« Synchroniser avec la carte ») (flèche verte) et sélectionner « Map1 » (« Carte 1 ») pour la carte avec laquelle la flèche doit être synchronisée en cliquant sur le triangle noir (flèche rouge) et en sélectionnant « Map1 » (« Carte 1 »). Enfin, nous souhaitons atténuer la flèche Nord, afin qu'elle ne soit pas si saillante. Pour cela, nous modifions la couleur dans « Stroke color » (« Couleur de trait ») (flèche orange), du noir au gris foncé.

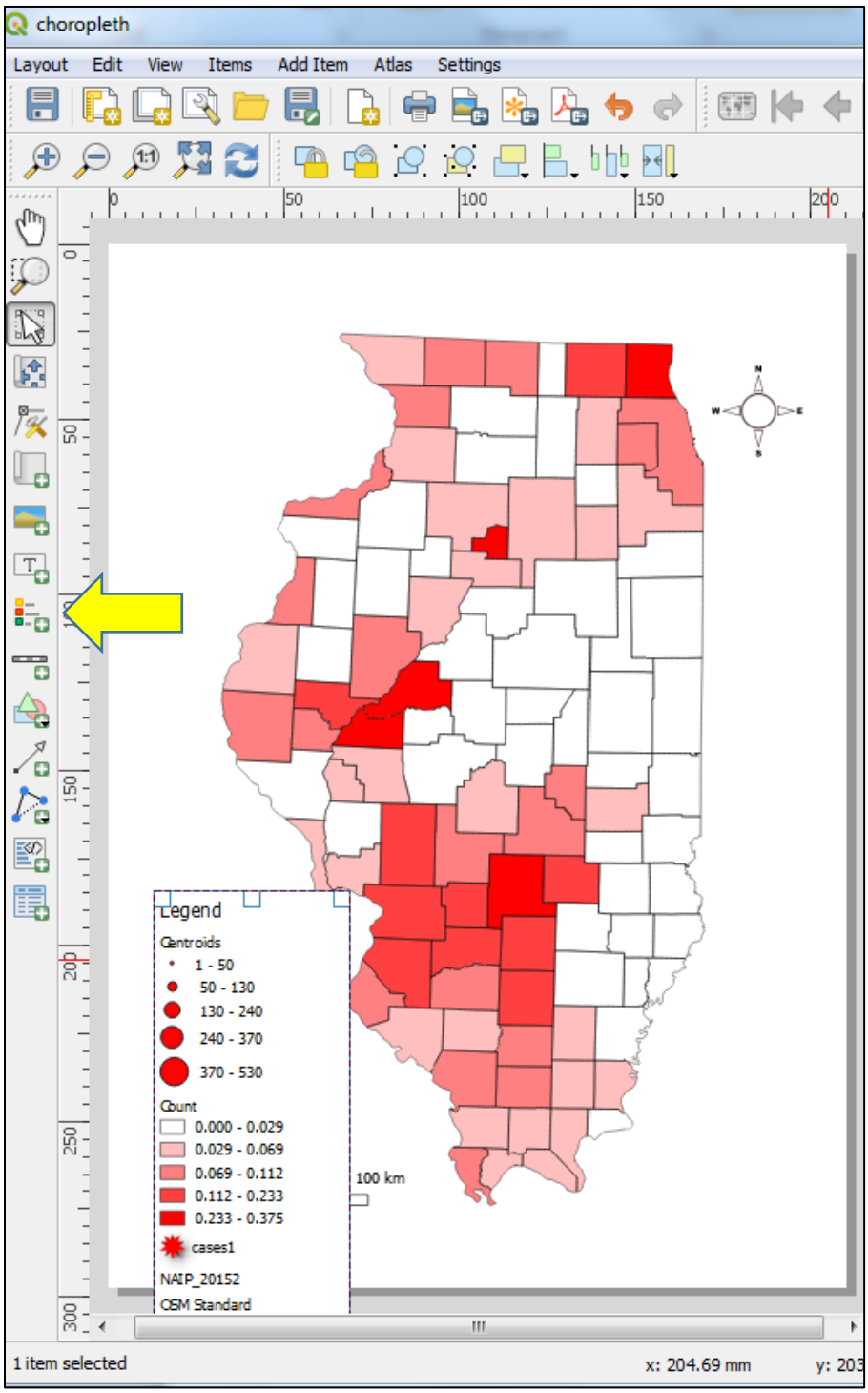


La carte est maintenant présentée avec la flèche Nord. Si nous souhaitons redimensionner cette dernière, nous faisons un clic gauche sur la flèche Nord, puis plaçons le curseur de la souris sur l'une des « boîtes » entourant la flèche Nord (flèche jaune), afin que le curseur soit remplacé par une flèche bidirectionnelle. Nous maintenons ensuite le bouton gauche de la souris enfoncé et la faisons glisser jusqu'à ce que la flèche ait la taille souhaitée. Si la flèche Nord doit être repositionnée, nous déplaçons simplement le curseur de la souris dans le rectangle contenant la flèche Nord. Le curseur est remplacé par une croix composée de deux flèches ; nous maintenons ensuite le bouton gauche de la souris enfoncé et faisons glisser la flèche Nord vers l'emplacement souhaité. Ces procédures pour redimensionner et repositionner fonctionnent avec tous les éléments de la carte.

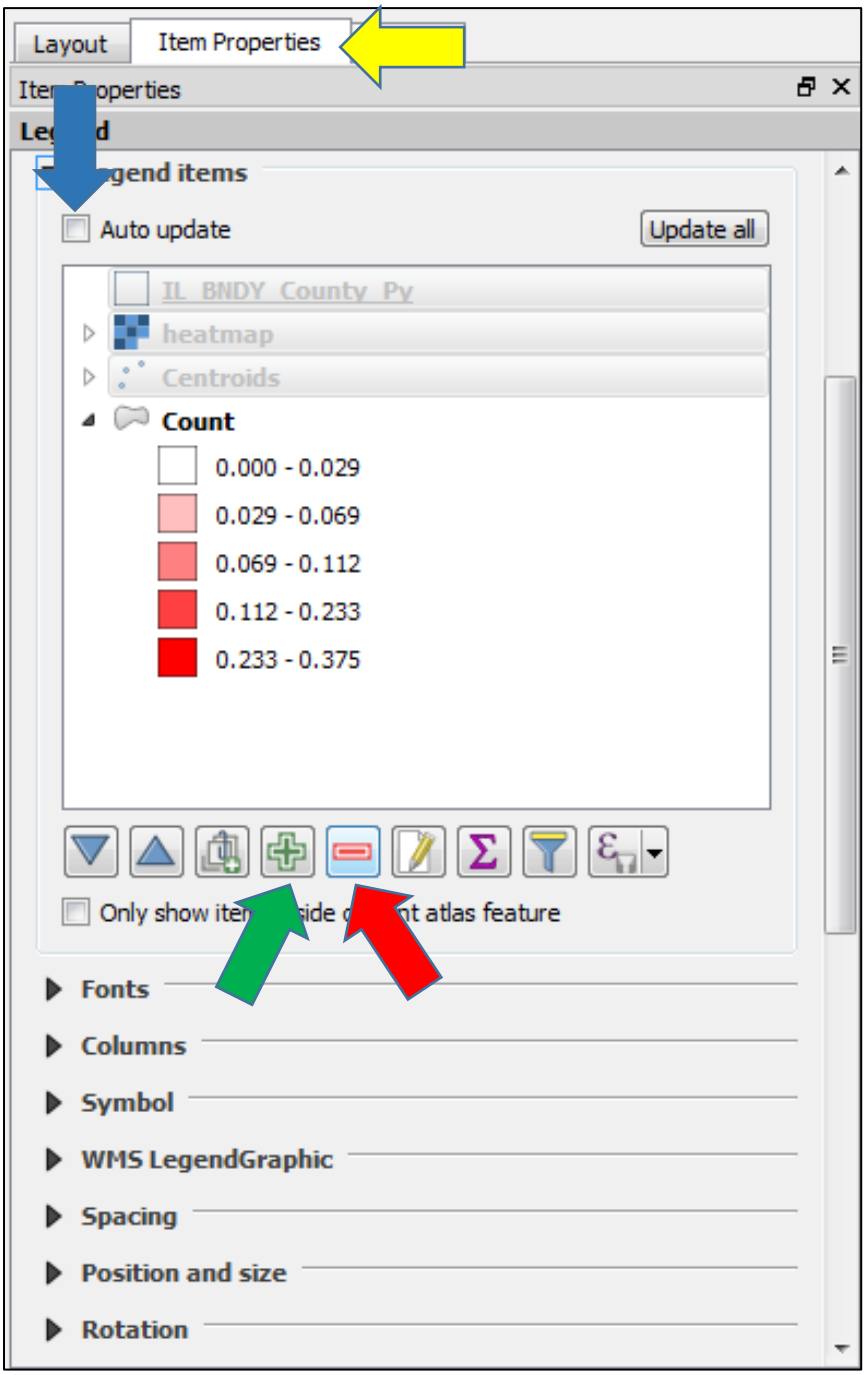


Pour les cartes statistiques telles que les cartes choroplèthes, la présence d'une légende est importante pour permettre à l'utilisateur de la carte de comprendre la signification des différentes classes de couleurs qui apparaissent. Par conséquent, le prochain élément de carte que nous ajouterons est une légende. Nous cliquons sur l'outil « Add legend » (« Ajouter une légende ») (flèche jaune). Le curseur de la souris est remplacé par une croix noire. Placez le curseur à l'endroit où vous

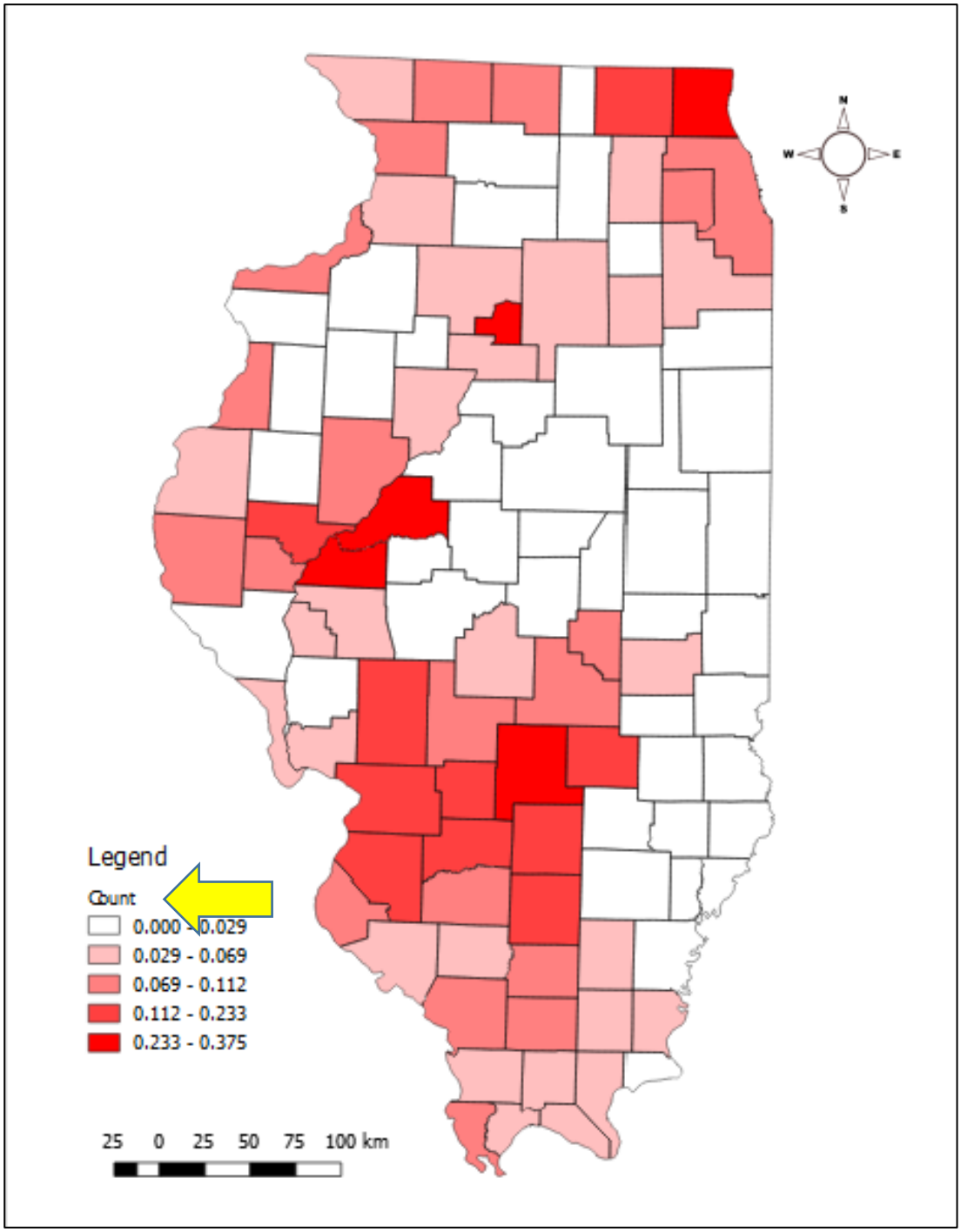
souhaitez insérer la légende et, tout en maintenant le bouton gauche de la souris enfoncé, « tirez » un rectangle de la taille souhaitée pour la légende, puis relâchez le bouton de la souris. Cela va créer un cadre contenant la légende. Notez que la légende nouvellement ajoutée contient des éléments correspondant à chacune des couches du panneau « Layers » (« Couches ») de notre projet SIG. Nous souhaitons toutefois qu'y figurent uniquement les informations relatives à la carte choroplèthe.



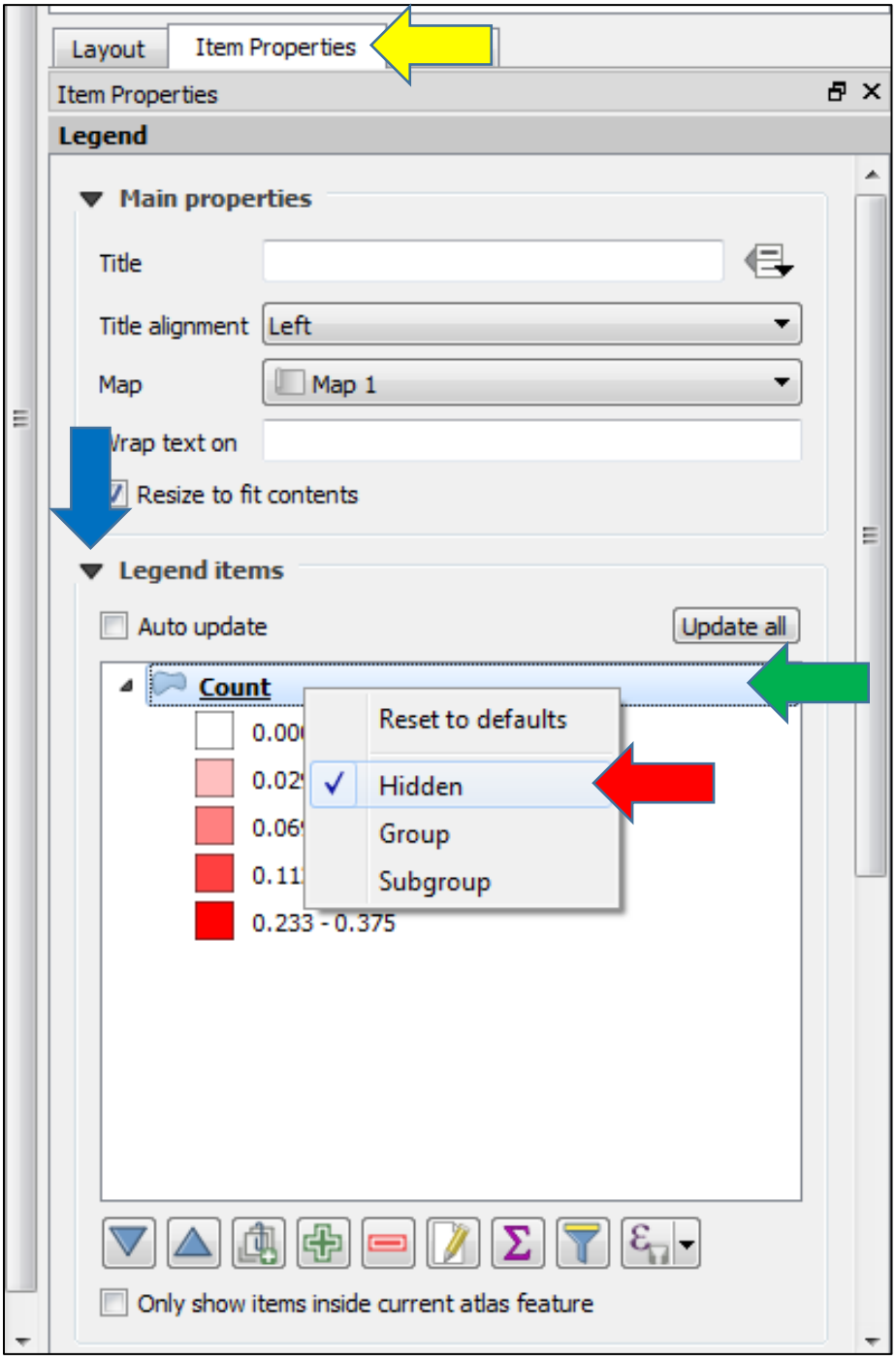
Pour supprimer les éléments de légende indésirables, nous allons sur le panneau « Item properties » (« Propriétés de l'objet ») (flèche jaune). Nous décochons la case « Auto update » (« Mise à jour automatique ») (flèche bleue). Nous effectuons ensuite un clic gauche sur une des couches que nous voulons supprimer dans le groupe « Legend items » (« Objets de légende ») afin de la sélectionner, et cliquons sur le bouton rouge « - » (flèche rouge). Nous répétons ensuite cette procédure jusqu'à ce qu'il ne reste plus que la couche choroplèthe (à savoir la couche nommée « Count »). Si nous souhaitons réintégrer une couche, nous cliquons sur le bouton vert « + » (flèche verte) et sélectionnons la couche à ajouter.



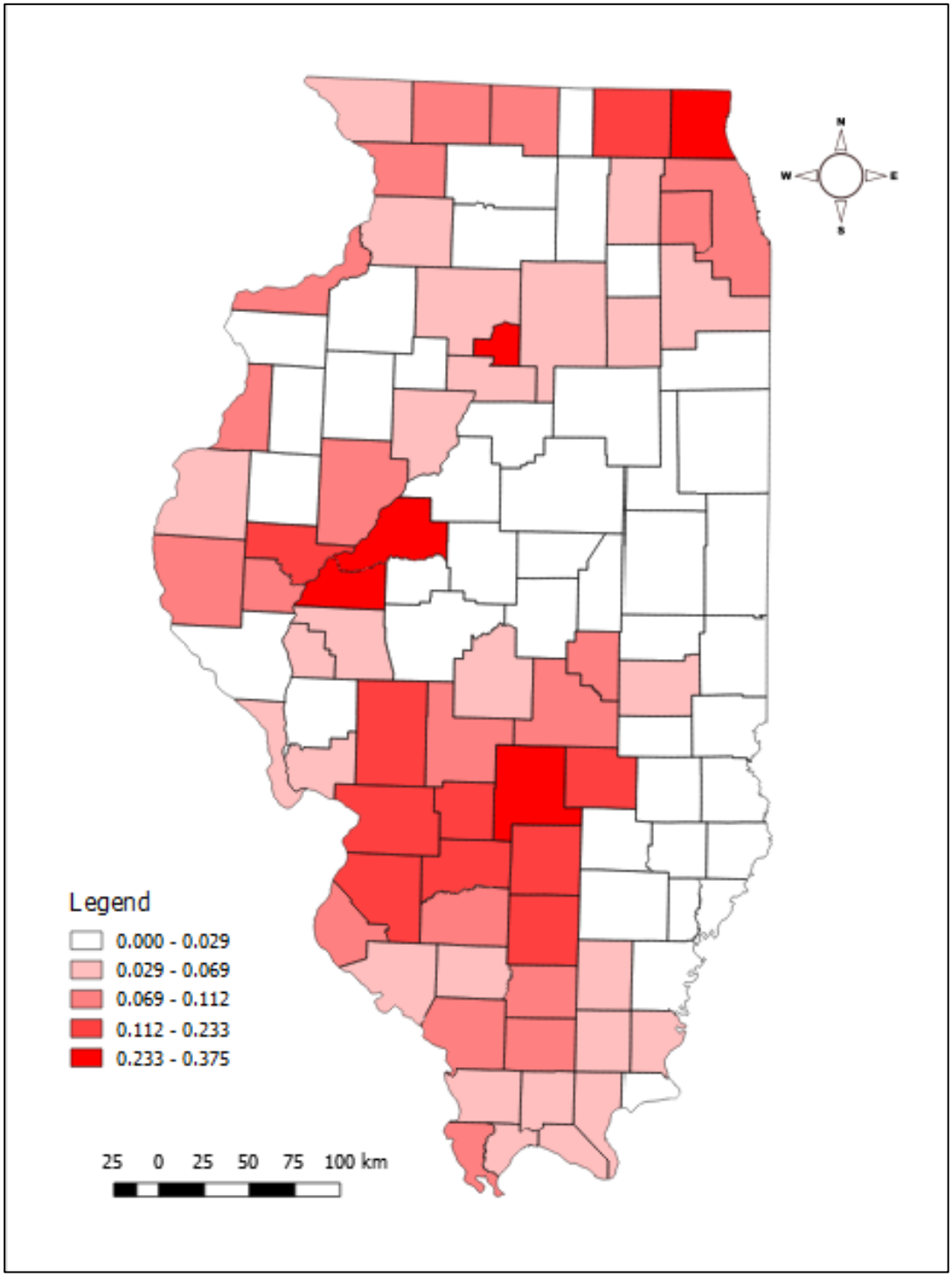
La légende contient désormais uniquement les informations pertinentes que nous souhaitons que l'utilisateur de la carte soit en mesure de visualiser. Nous pouvons maintenant la repositionner selon les besoins, en utilisant les techniques décrites ci-dessus pour repositionner la flèche Nord.



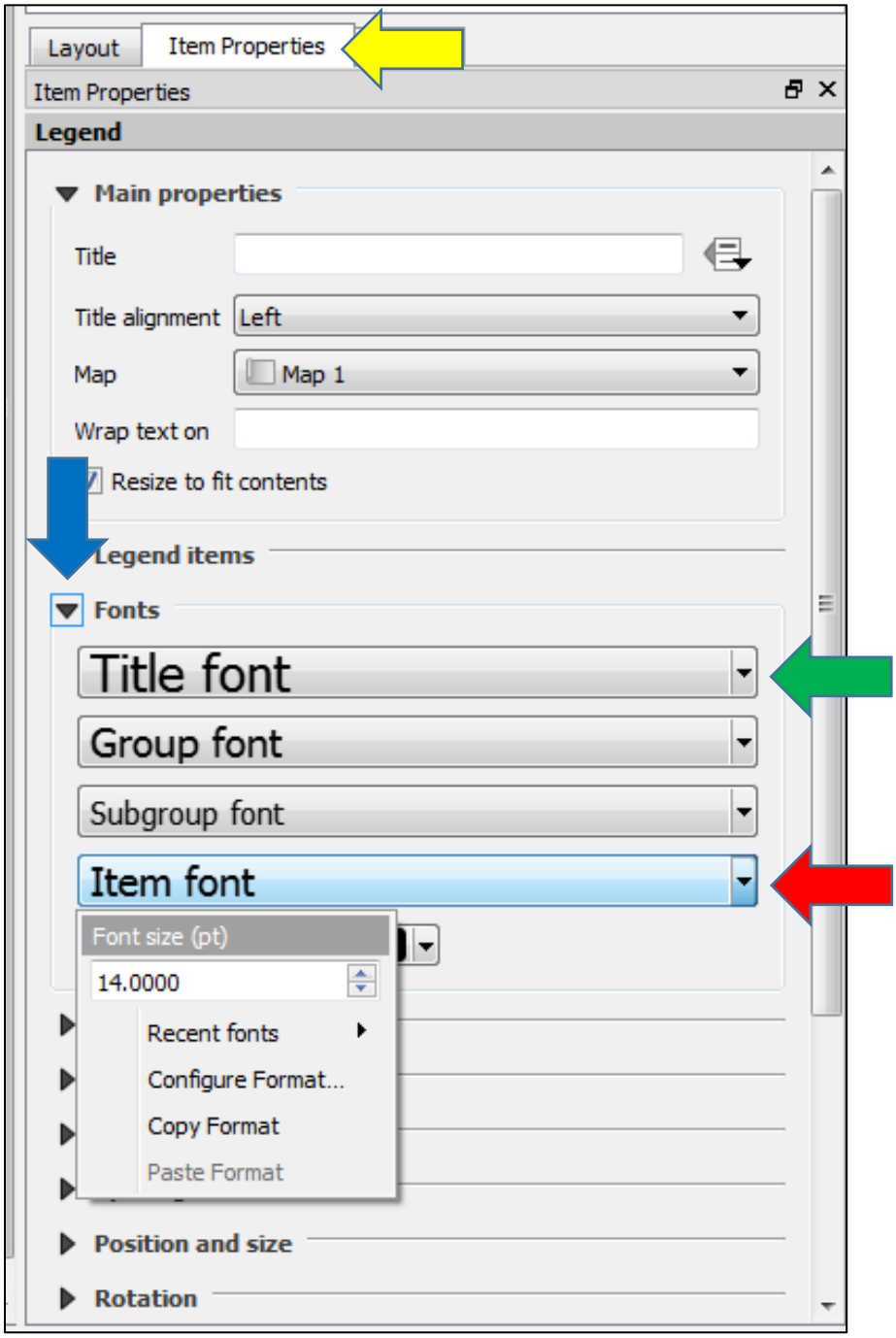
De nombreuses options sont proposées pour créer ou modifier l'apparence des légendes ; nous ne les décrirons pas, mais diverses ressources sont disponibles en ligne pour expliquer ces fonctionnalités. Nous souhaitons toutefois supprimer de la légende l'étiquette du sous-groupe « Count » (flèche jaune ci-dessus) qui montre le nom de notre couche. Pour cela, nous faisons un clic gauche sur le triangle noir (flèche bleue) dans le panneau « Item properties » (« Propriétés de l'objet »), à côté du groupe « Legend items » (« Objets de légende ») (flèche jaune). Ensuite, nous faisons un clic droit sur « Count » (flèche verte) et sélectionnons « Hidden » (« Cachée ») (flèche rouge).



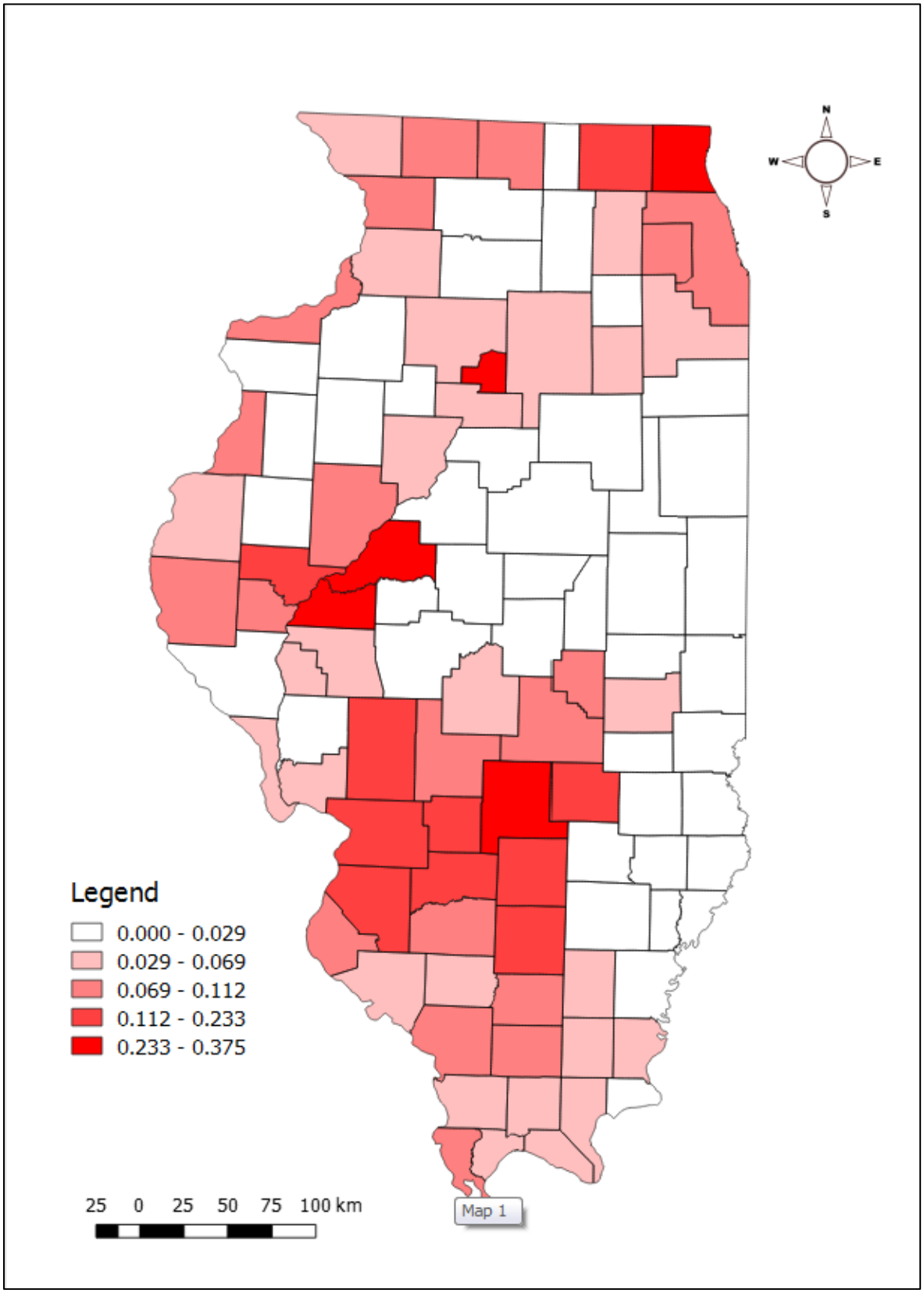
Cela supprime le titre « Count » de la légende, comme nous le souhaitions, et seuls les couleurs et les taux associés à chaque classe restent affichés.



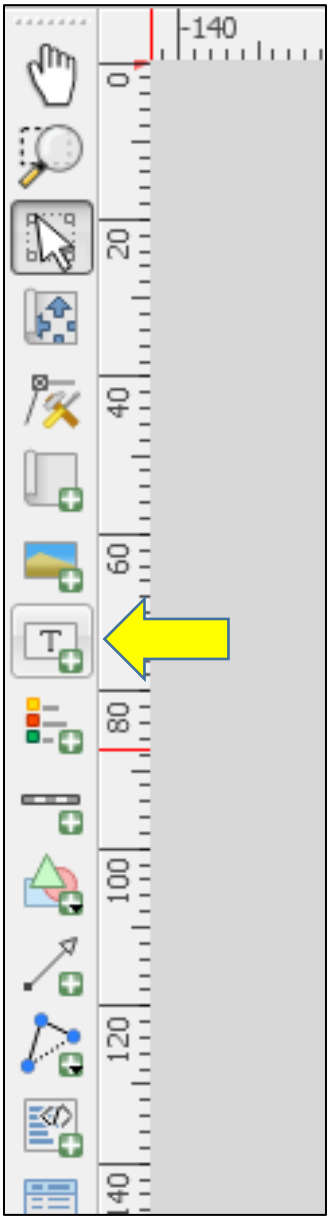
Nous souhaitons enfin augmenter la taille de la police du titre et des éléments de la légende. Dans le panneau « Item properties » (« Propriétés de l'objet »), nous faisons donc un clic gauche sur le triangle noir (flèche bleue) à côté du groupe « Fonts » (polices de caractères) (flèche jaune). Nous faisons ensuite un clic gauche sur le triangle noir (flèche verte) à côté de « Title font » (« Police de caractères pour le titre ») et sélectionnons 18, puis nous effectuons un clic gauche sur le triangle à côté de « Item font » (« Police de caractères pour l'élément ») (flèche rouge) et choisissons 14.



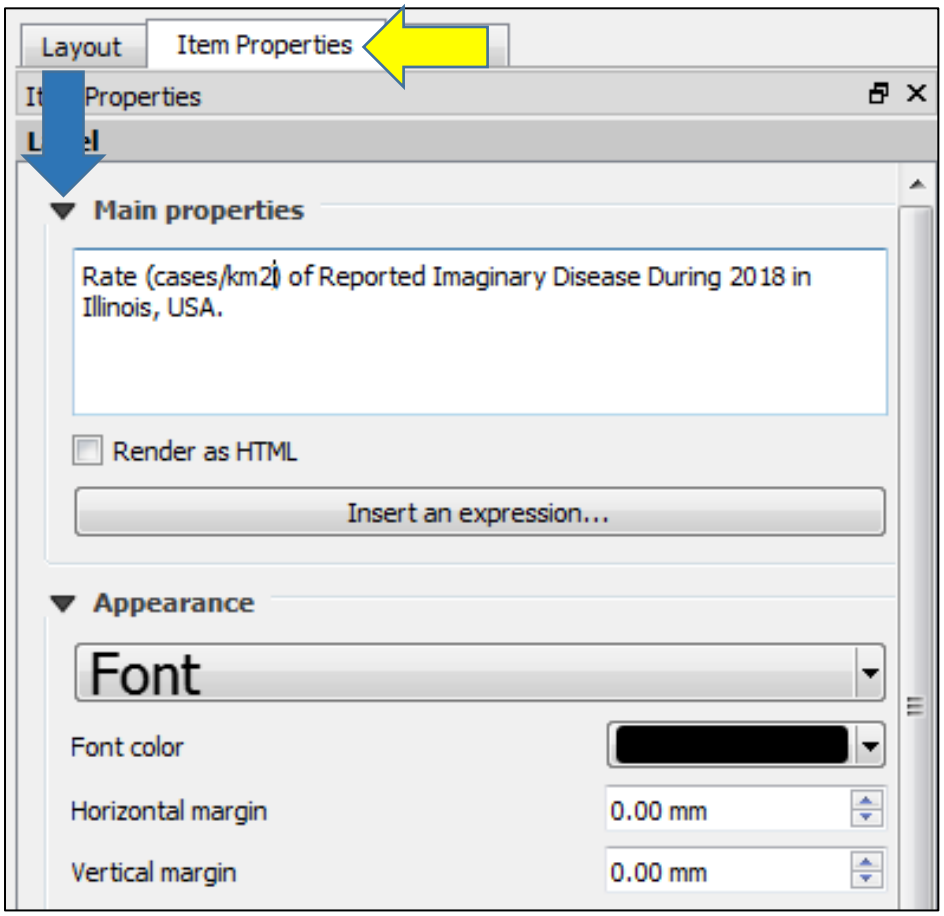
La légende de notre carte est ainsi finalisée. Nous allons encore y ajouter un élément de titre.



Il est important d'insérer un texte de titre sur une carte, de sorte que l'utilisateur de la carte puisse facilement comprendre les informations présentées. Pour ajouter du texte à la mise en page de notre carte, nous cliquons sur l'outil « Add new label » (« Ajouter une nouvelle étiquette ») (flèche jaune).

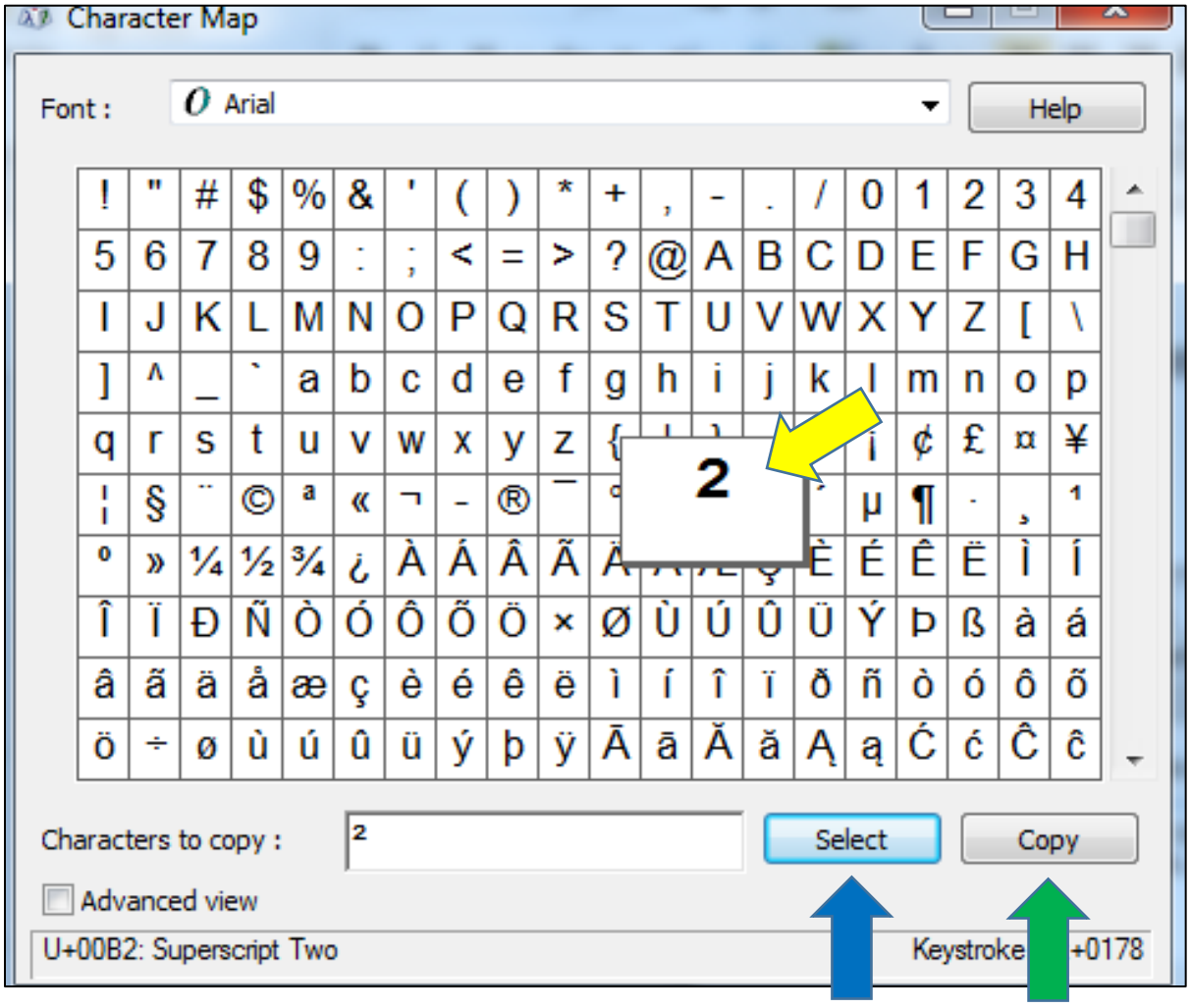


Nous aimerions ajouter le titre « Rate (cases/km^2) of Reported Imaginary Disease During 2018 in Illinois, USA » (Incidence (cas/km^2) de la maladie fictive déclarée en 2018 en Illinois, aux États-Unis). Dans le panneau « Item Properties » (« Propriétés de l'objet ») (flèche jaune), nous saisissons ce texte dans le champ apparaissant sous « Main Properties » (« Propriétés principales ») (flèche bleue). Pour tenir compte du chiffre « 2 » en exposant situé après km, nous devons toutefois réaliser les opérations suivantes.

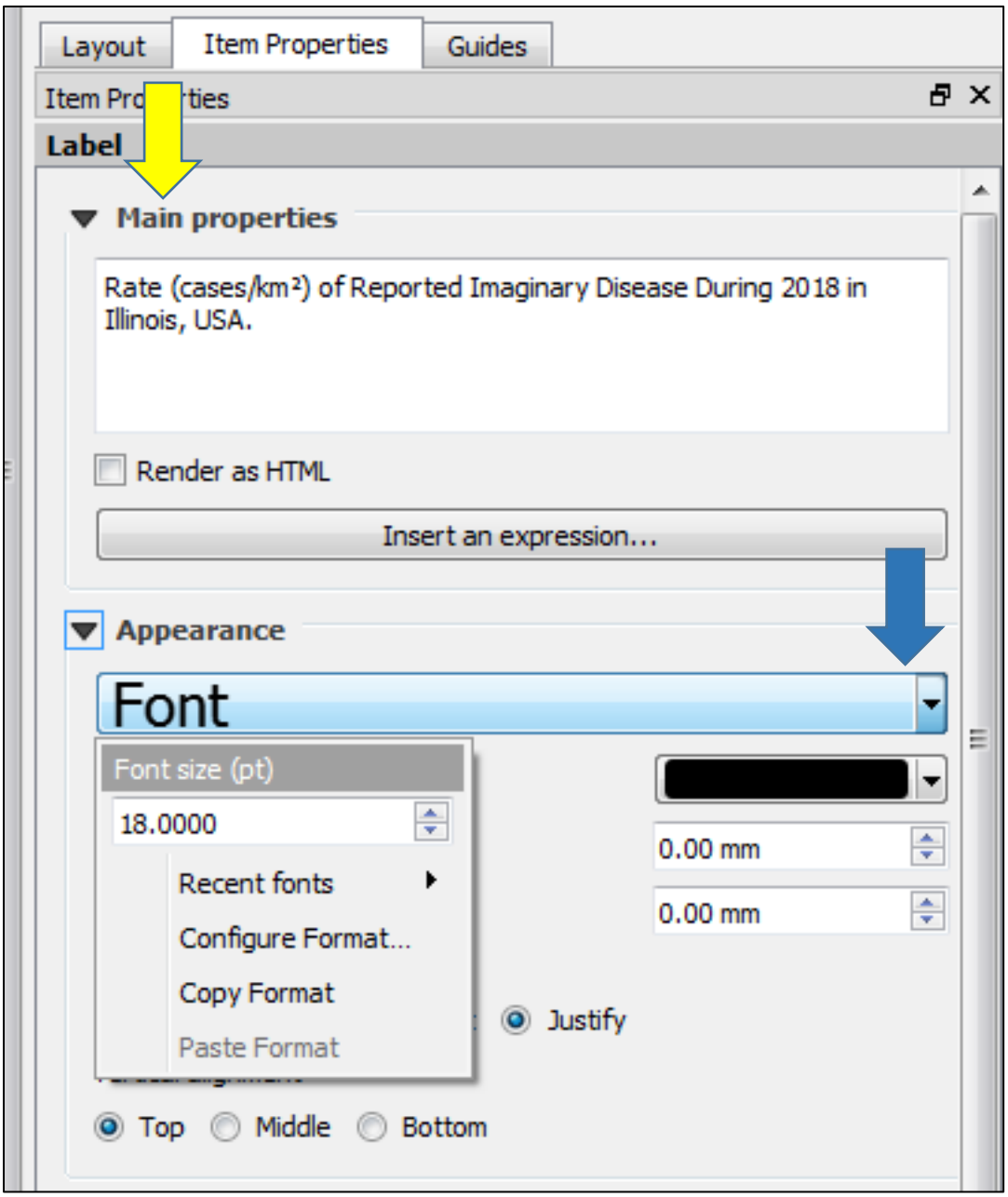


Tout d'abord, ***en dehors de QGIS***, nous allons ouvrir la table de caractères, en faisant un clic gauche sur le bouton « Start » (démarrer) de Windows en bas à gauche de notre écran.

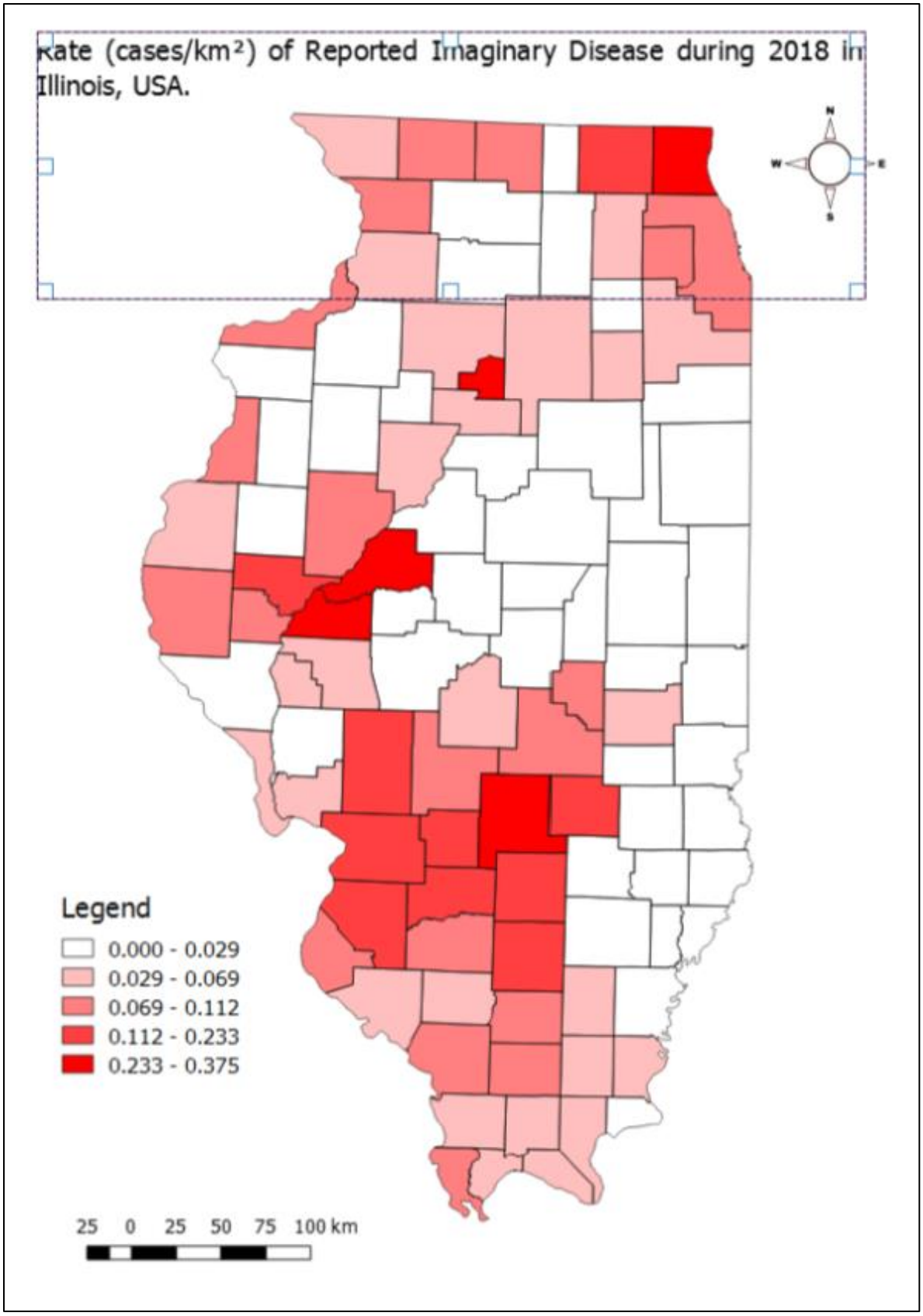
Cela ouvre le menu Windows et nous faisons ensuite un clic gauche sur « All Programs » (« Tous les programmes »), « Accessories » (« Accessoires »), « System Tools » (« Outils système »), puis un clic gauche sur « Character Map » (« Table de caractères »). Dans la liste du menu déroulant « Police », saisissez ou sélectionnez la police que vous souhaitez utiliser (par exemple, Arial). Puis naviguez dans la table afin de trouver le chiffre 2 en exposant (²) que nous utiliserons dans notre légende (flèche jaune). Nous effectuons ensuite un clic gauche sur « Select » (« Sélectionner ») (flèche bleue), puis un clic gauche sur « Copy » (« Copier ») (flèche verte).



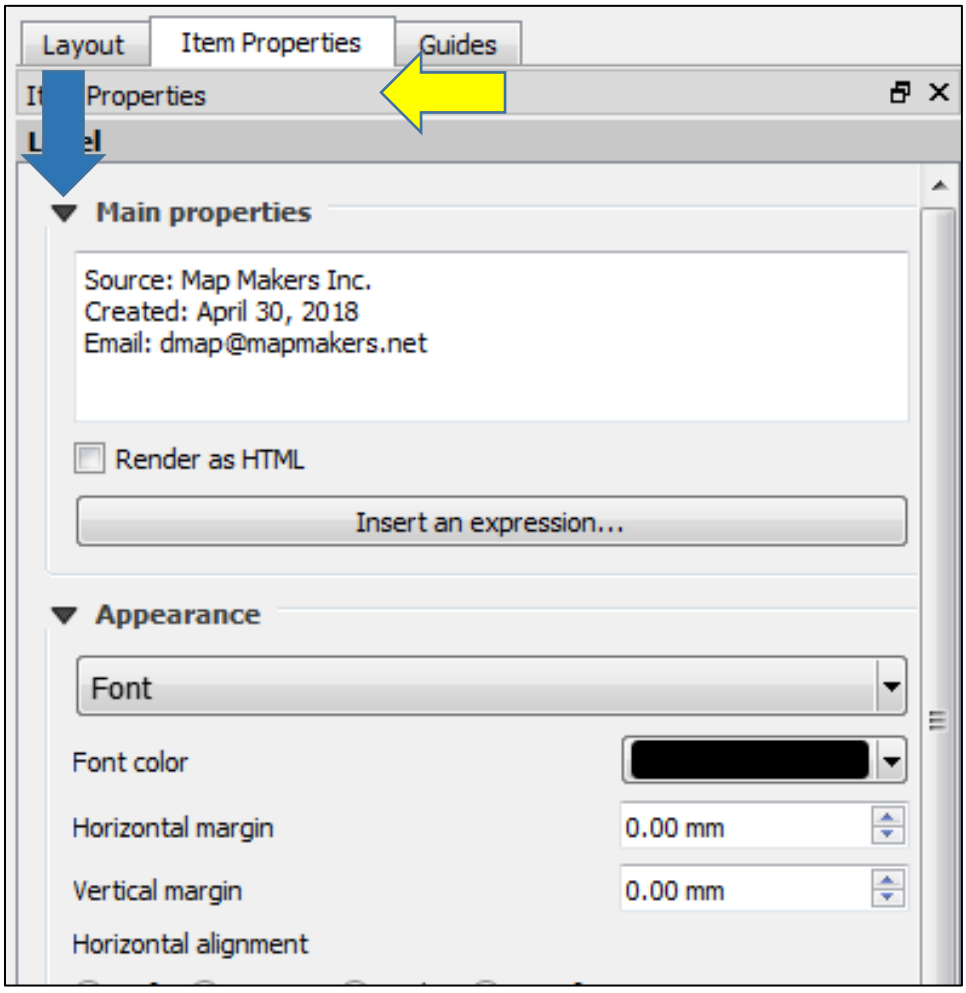
Nous revenons ensuite dans QGIS, afin de coller le 2 en exposant après « km » dans le texte saisi dans notre groupe « Main properties » (« Propriétés principales ») (flèche jaune) ; pour cela, nous faisons un clic gauche après « km », puis un clic droit et nous sélectionnons « Paste » (« Coller »). Enfin, nous aimerions augmenter la taille de police de notre texte de titre. Nous effectuons donc un clic gauche sur le triangle noir (flèche bleue) pour « Font » (« Police de caractère ») et indiquons la taille 18.



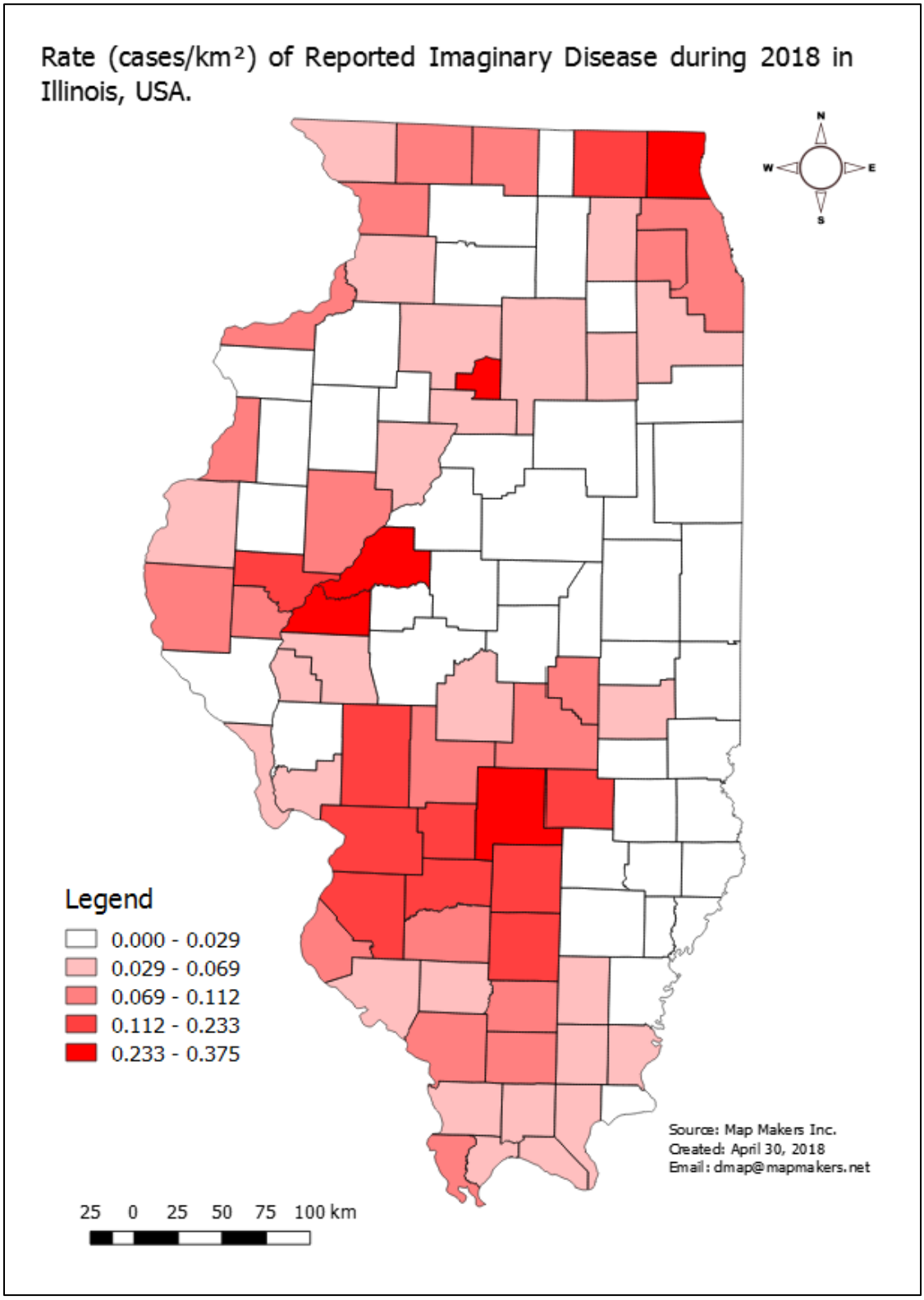
Nous redimensionnons ensuite si besoin la zone de texte contenant notre titre afin d'obtenir l'apparence souhaitée pour celui-ci.


Rate (cases/km²) of Reported Imaginary Disease during 2018 in Illinois, USA.
N
W
E
S
Legend
0.000 - 0.029
0.029 - 0.069
0.069 - 0.112
0.112 - 0.233
0.233 - 0.375
25 0 25 50 75 100 km

Le dernier élément de carte que nous allons ajouter est une « Boîte de sources d'information » qui contiendra la date de publication de la carte, la source de la carte et les coordonnées de l'auteur de la carte. Cet élément est moins important que les précédents, mais l'insertion de ces informations constitue une bonne pratique, car les utilisateurs de cartes peuvent ainsi accéder facilement à ces métadonnées de base. La date est en outre une information utile car les informations relatives à la santé de la faune sauvage sont des données dynamiques, aussi bien dans l'espace que dans le temps, et le lecteur de la carte a besoin de connaître le délai durant lequel la carte reste pertinente. Pour insérer ces éléments, nous allons d'abord ajouter une zone de texte en employant la même procédure que celle que nous venons d'utiliser pour ajouter le titre de la carte. Nous effectuons un clic gauche sur l'outil « Add new label » (« Ajouter une nouvelle étiquette ») puis, dans le panneau « Item properties » (« Propriétés de l'objet ») (flèche jaune), nous saisissons les informations suivantes dans le champ figurant sous « Main Properties » (« Propriétés principales ») (flèche bleue) : « Source : Map Makers Inc. », « Created: April 30, 2018 » et « Email : dmap@mapmakers.net ». Il s'agit juste d'un exemple de matériel source que nous utiliserons pour créer la partie texte de nos métadonnées source.



Nous redimensionnons le texte en utilisant les procédures décrites pour redimensionner la flèche Nord afin d'obtenir l'aspect souhaité pour la « boîte de sources d'information ». C'est le dernier élément majeur de la carte que nous ajouterons.

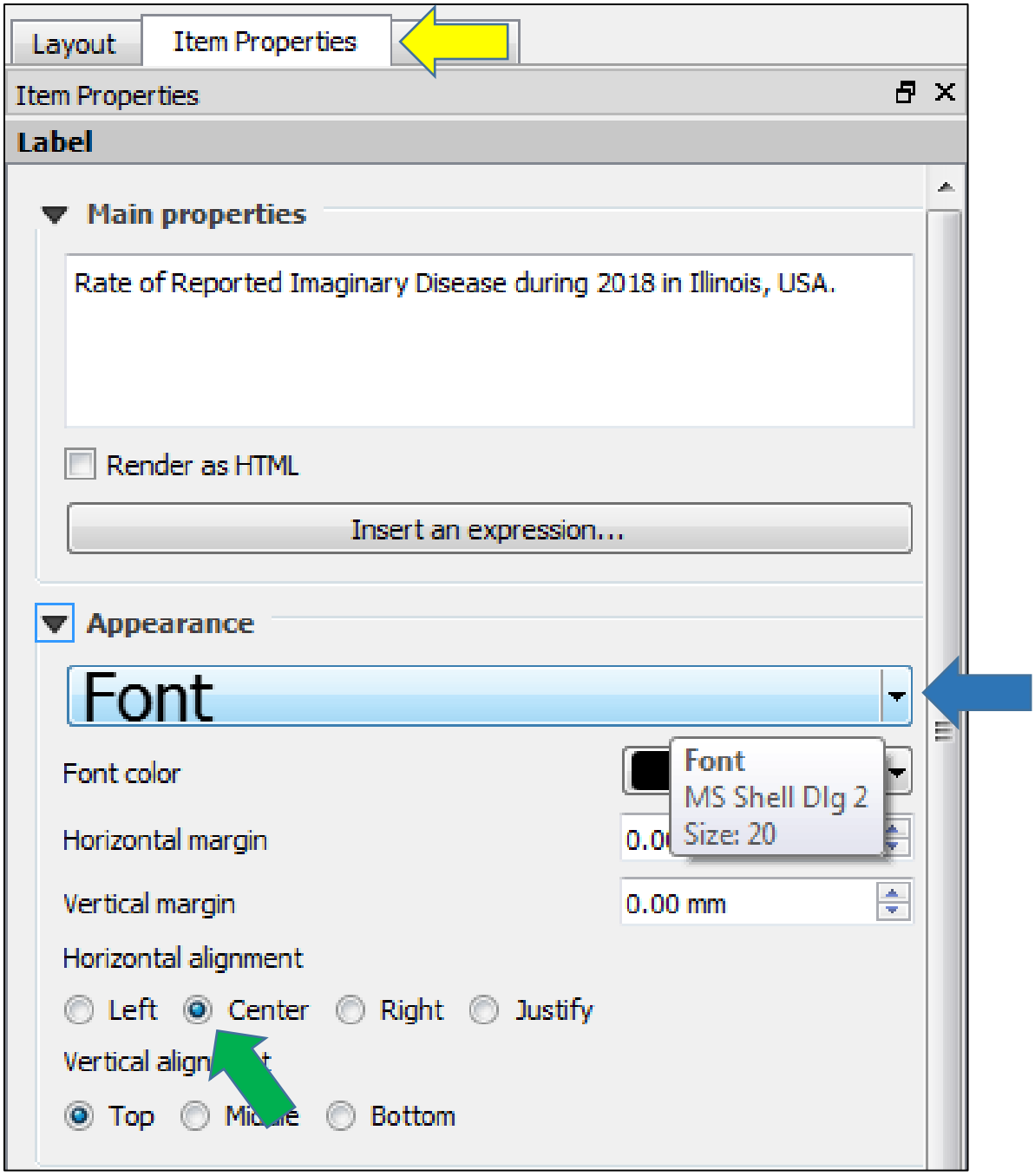


Améliorer la conception des cartes

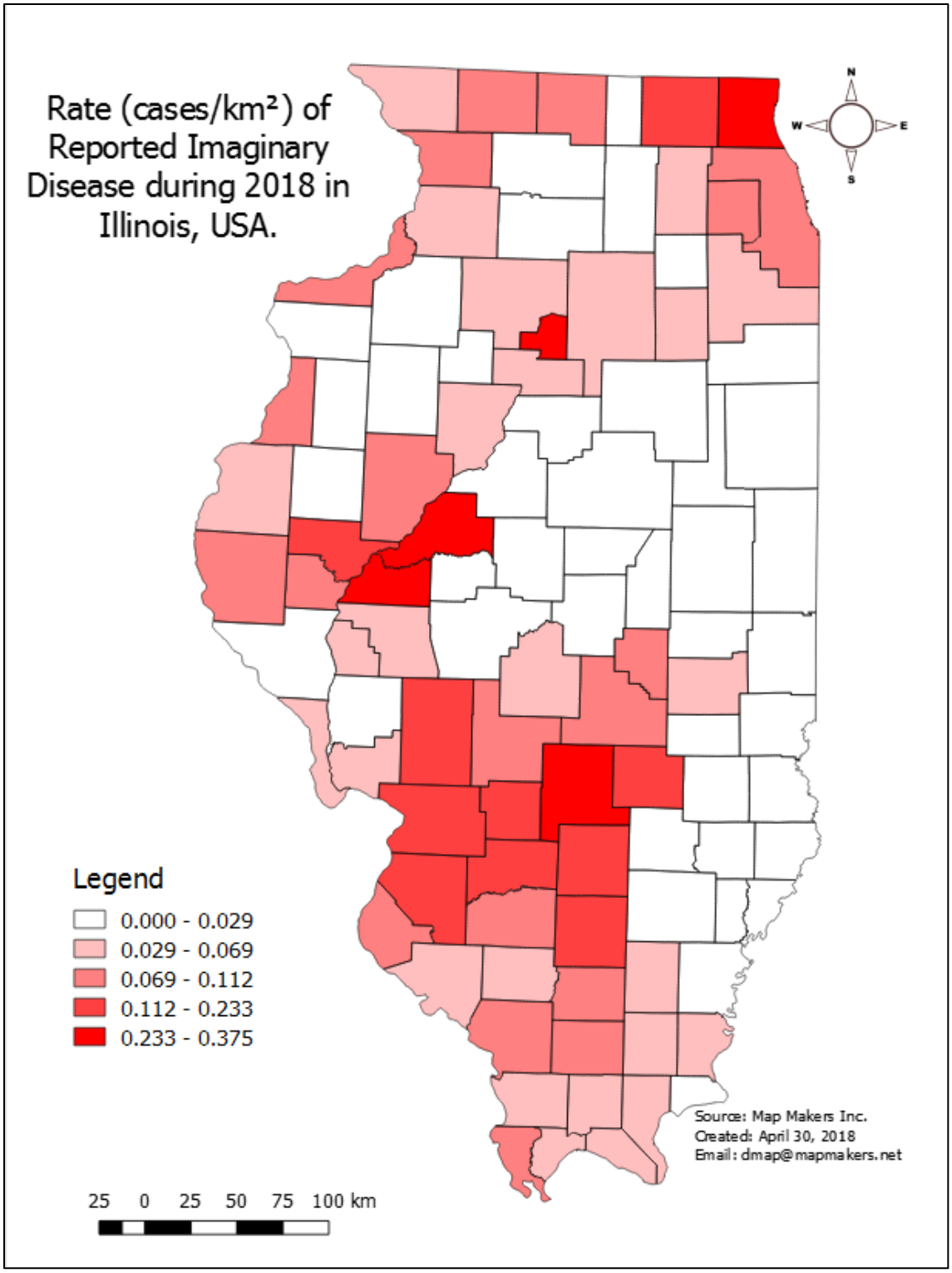
L'un des aspects essentiels d'une carte bien conçue est qu'elle doit être esthétiquement plaisante. Une carte attrayante pour l'observateur permettra de transmettre plus rapidement le message voulu et permettra au lecteur de se concentrer sur les éléments les plus importants de la carte. À l'inverse, une carte mal construite sera souvent une cause de distraction pour l'observateur et nécessitera beaucoup plus d'application de sa part pour extraire les informations pertinentes. C'est pourquoi il est impératif pour nous, en tant que créateur de carte, de nous assurer que la mise en page de notre carte répond bien à l'objectif fixé. Créer une mise en page cartographique de qualité est généralement un processus itératif et implique de nombreux essais et erreurs. Nous allons proposer quelques conseils et éléments à prendre en compte dont nous ferons la démonstration avec la mise en page que nous venons de créer. Au bout du compte, il n'y a toutefois pas une « meilleure » mise en page unique, mais c'est plutôt à la discrétion du cartographe de déterminer quelle mise en page répond de manière appropriée à l'objectif de la carte. L'ouvrage « Designing better maps: a guide for GIS Users » de Cynthia Brewer (Concevoir de meilleures cartes : un guide pour les utilisateurs de SIG) est une bonne référence en matière de conception de cartes.

L'un des principaux aspects à prendre en considération lors de la conception d'une carte est la hiérarchie visuelle, c'est-à-dire l'ordre dans lequel les éléments de la carte sont perçus par l'utilisateur. En termes simples, la hiérarchie visuelle décrit la manière dont l'œil du lecteur de la carte détecte les différents éléments de celle-ci. La hiérarchie visuelle des éléments dans une carte dépend de leur taille, de leur couleur, de leur positionnement dans la mise en page et des espaces vides qui les entourent. En général, le titre et les entités de la carte principale doivent être les éléments les plus saillants de la carte, les autres éléments devant rester à un niveau inférieur dans la hiérarchie visuelle. Cela signifie que, lorsque le lecteur regarde la carte, il a l'œil immédiatement attiré par le titre et la carte principale et qu'il prend conscience des autres éléments, au fur et à mesure qu'il parcourt la carte. Cette hiérarchie est logique car, le plus souvent, les informations contenues dans le titre et la carte principale sont les données que le créateur de la carte désire communiquer à l'observateur. Par exemple, si la flèche Nord est trop grande ou trop sombre, cela peut la placer à un niveau trop élevé dans la hiérarchie de la carte et conduire à ce que l'œil du lecteur soit attiré par elle plutôt que par le titre ou la carte principale. Il s'agirait alors d'une mise en page cartographique déroutante.

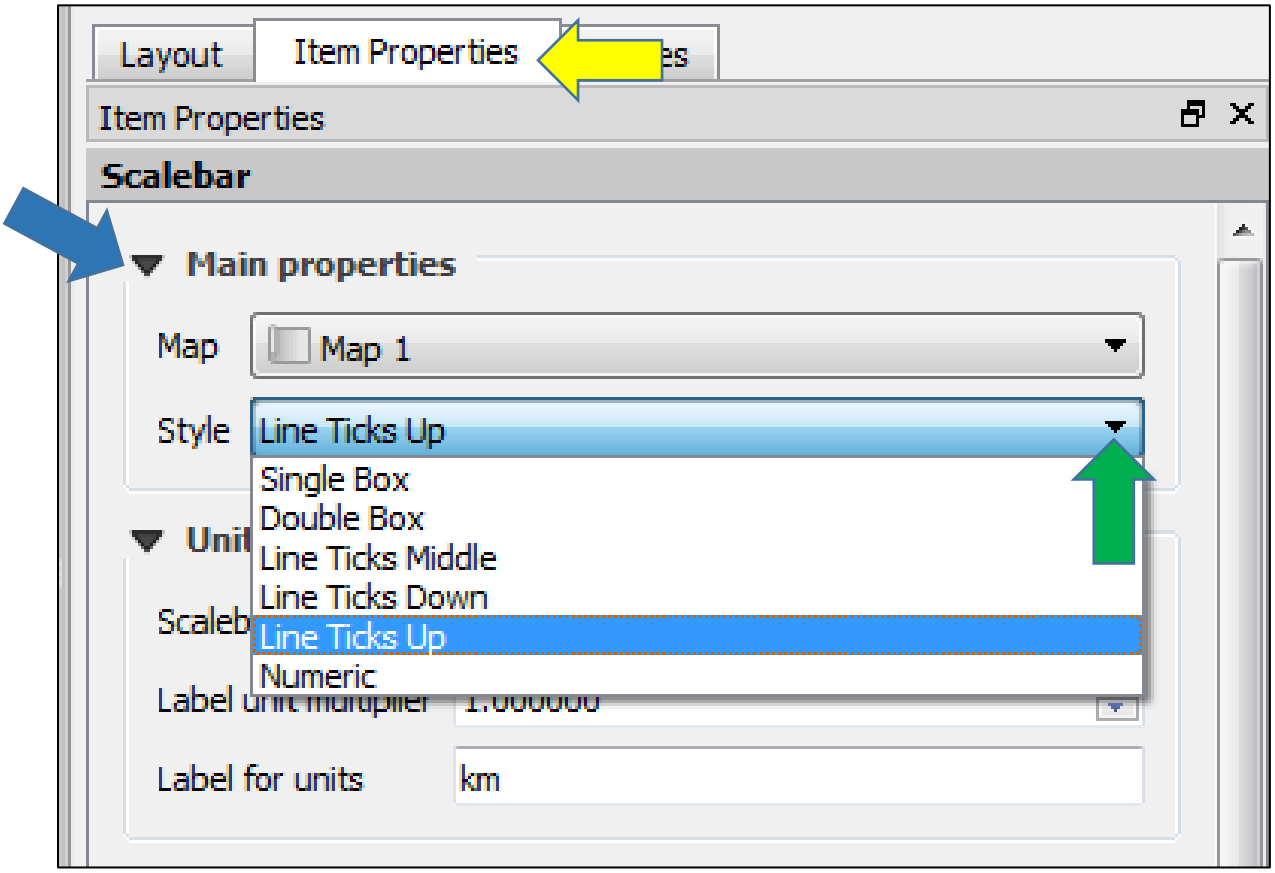
En examinant la carte que nous venons de créer, nous pouvons voir que la carte principale est bien mise en évidence dans notre mise en page. Il parait toutefois nécessaire de donner plus d'importance au titre, alors que l'échelle graphique est trop saillante. Nous allons donc corriger ces problèmes. Nous allons tout d'abord modifier le positionnement et la taille du titre. Nous faisons un clic gauche sur le titre, puis nous allons dans le panneau « Item Properties » (« Propriétés de l'objet ») (flèche jaune). Nous effectuons ensuite un clic gauche sur le triangle noir (flèche bleue) à côté de « Font » (« Police ») et augmentons la taille de la police de 18 à 20. Le texte « (cases/km^2) » doit également être supprimé du titre et replacé dans la légende, où sa présence sera plus appropriée. Nous supprimons la mention « (cases/km^2) » du titre et modifions l'alignement du texte de « Left » (« Gauche ») à « Center » (« Centré ») en faisant un clic gauche sur la case d'option appropriée située sous « Horizontal Alignment » (« Alignement horizontal ») (flèche verte). Nous réduisons ensuite la taille du cadre contenant le titre en utilisant les techniques de redimensionnement décrites précédemment pour la flèche Nord et positionnons le titre à gauche de la carte principale plutôt qu'au-dessus. Nous déplaçons également la carte principale vers la droite pour prendre en compte le nouvel emplacement du titre. Cela aidera à mieux intégrer le titre et la carte principale et à mieux faire valoir qu'il s'agit des éléments les plus importants de la carte.



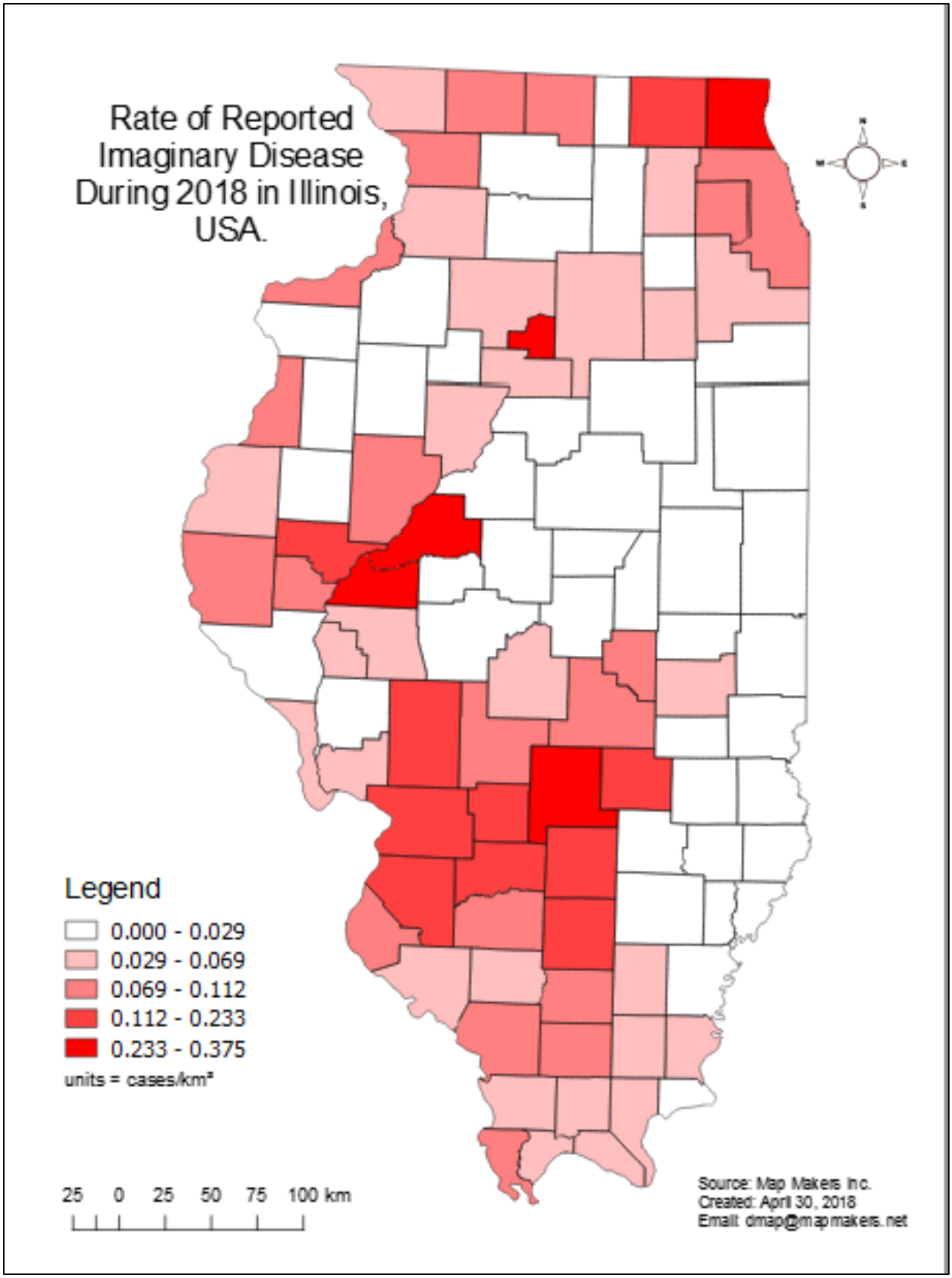
La nouvelle mise en page est présentée ci-dessous. Le titre est maintenant replacé à un niveau plus élevé de la hiérarchie visuelle, comme souhaité. Toutefois, ces modifications sont également à l'origine de problèmes de mise en page supplémentaires. Par exemple, la taille de la flèche Nord est maintenant trop grande, la boite des sources d'information est trop proche de la carte principale et il faut ajouter « (cases/km^2) » dans la légende. Nous devons également descendre l'échelle graphique dans la hiérarchie de la carte. Nous commençons par redimensionner la flèche Nord afin de diminuer son importance visuelle en utilisant les techniques décrites précédemment. Nous déplaçons ensuite la boîte de sources d'information pour offrir un meilleur placement par rapport à la carte principale. Pour abaisser l'échelle graphique dans la hiérarchie visuelle, nous allons modifier son style.


Rate (cases/km²) of Reported Imaginary Disease during 2018 in Illinois, USA.
N
W
E
S
Legend
0.000 - 0.029
0.029 - 0.069
0.069 - 0.112
0.112 - 0.233
0.233 - 0.375
Source: Map Makers Inc.
Created: April 30, 2018
Email: dmap@mapmakers.net
25 0 25 50 75 100 km

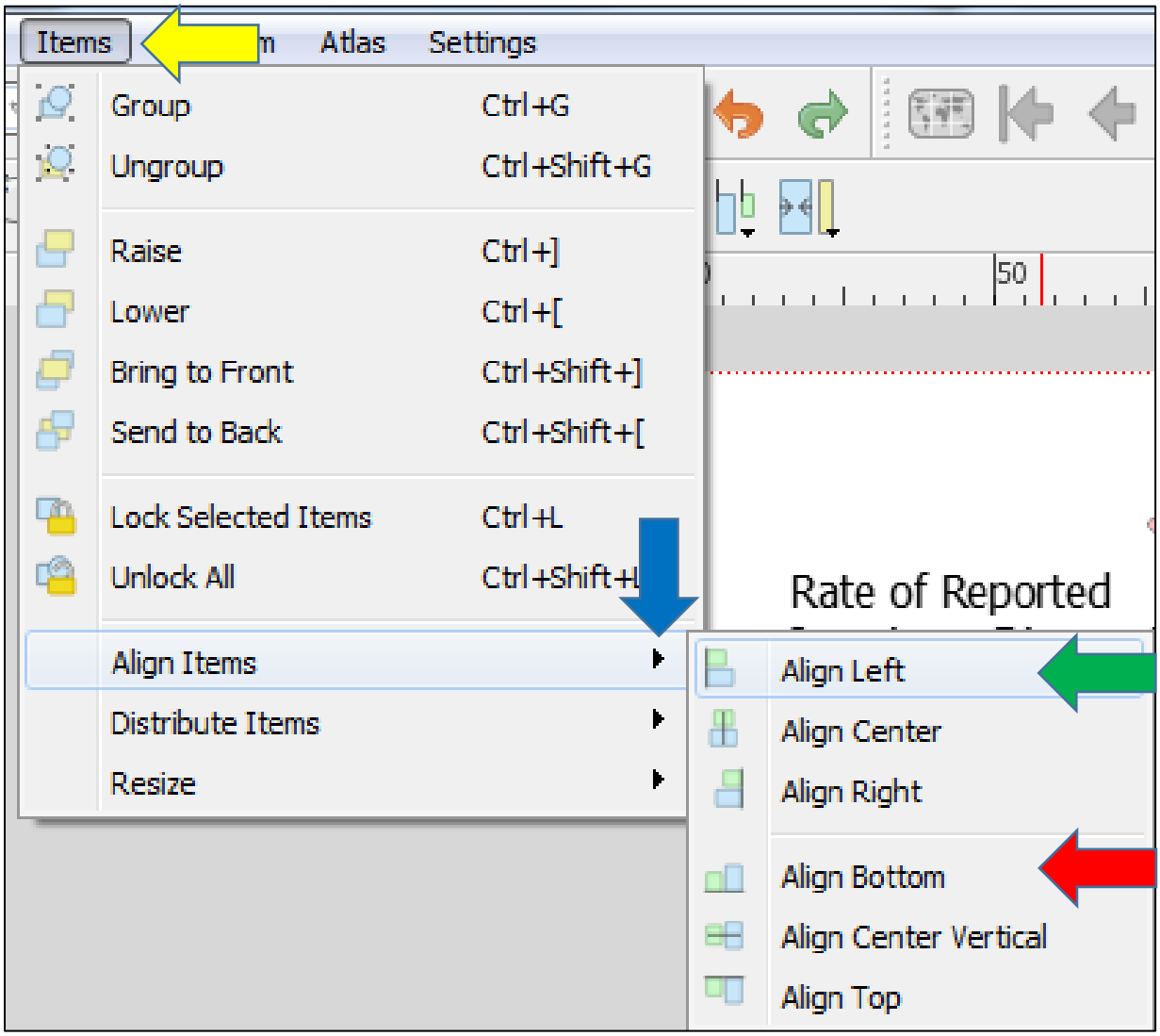
Pour modifier le style de l'échelle graphique, nous faisons un clic gauche sur celle-ci. Dans le panneau « Item Properties » (« Propriétés de l'objet ») (flèche jaune), nous effectuons un clic gauche sur le triangle noir situé à côté de « Main properties » (« Propriétés principales ») (flèche bleue). Nous faisons ensuite un clic gauche sur le triangle noir à côté de « Style » (flèche verte) et sélectionnons l'option « Line Ticks Up » (« Repères au-dessus de la ligne »). Le style de l'échelle graphique sera remplacé par un style visuellement moins dominant.



Ensuite, nous allons ajouter la mention « (cases/km²) » dans la légende. Nous allons simplement insérer une annotation sous la légende indiquant « units = cases/km² » (Unités = cas/km²) Cela permettra à l'utilisateur de la carte de disposer rapidement d'une référence relative aux unités des bornes pour chaque classe figurant dans la légende, mais ces informations apparaîtront dans une position appropriée en termes de hiérarchie visuelle, mieux que dans le titre. Nous ajoutons le texte en cliquant sur l'outil « Add a new label » (« Ajoute une nouvelle étiquette ») et, dans le panneau « Item Properties » (« Propriétés de l'objet »), nous saisissons le texte « units = cases/km² » dans le champ situé sous « Principal properties » (« Propriétés principales »). Nous conserverons les réglages par défaut pour les propriétés de cette annotation. Nous redimensionnons ensuite le cadre contenant cette nouvelle annotation et le positionnons juste sous la dernière classe de la légende. La nouvelle mise en page de la carte est présentée ci-dessous et offre maintenant une meilleure hiérarchie visuelle.


Rate of Reported Imaginary Disease During 2018 in Illinois, USA.
Legend
0.000 - 0.029
0.029 - 0.069
0.069 - 0.112
0.112 - 0.233
0.233 - 0.375
units = cases/km²
25 0 25 50 75 100 km
Source: Map Makers Inc.
Created: April 30, 2018
Email: dmap@mapmakers.net

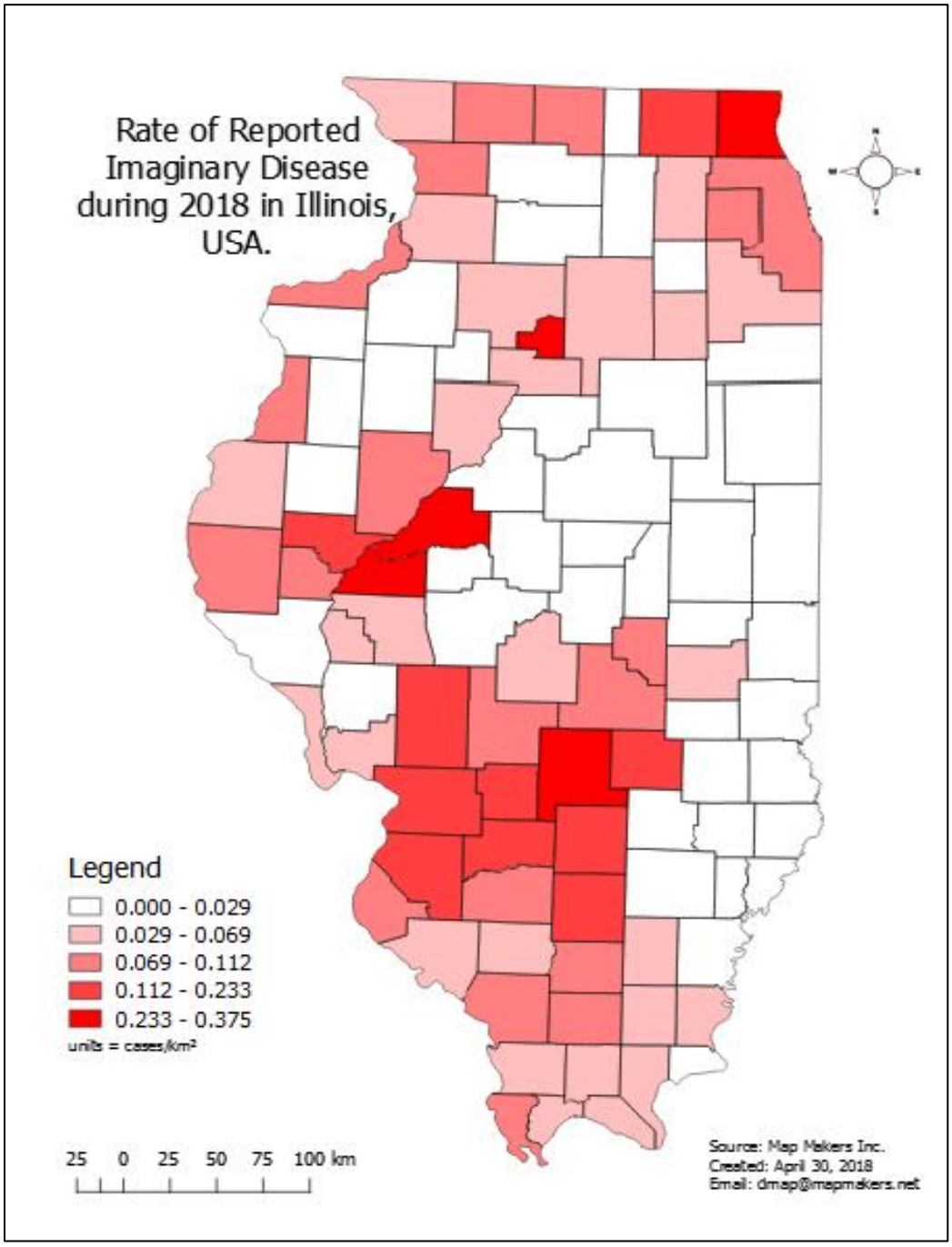
Plusieurs aspects de cette mise en page peuvent encore être améliorés. Le premier est l'alignement des éléments de la carte. S'assurer que les éléments cartographiques sont alignés est un moyen simple de renforcer l'apparence professionnelle de votre carte et d'éviter qu'elle ait un aspect désordonné. Pour notre exemple, nous allons aligner le côté gauche de la légende, la zone de texte contenant « units = cases/km² », l'échelle graphique et le titre. Nous alignerons ensuite le bas de l'échelle graphique et la boîte de sources d'information. Faites d'abord un clic gauche sur le titre. Tout en maintenant la touche « Shift » (touche Majuscule) enfoncée, faites un clic gauche sur la légende, la zone de texte contenant « units = cases/km² » et l'échelle graphique. Ces quatre éléments de la carte devraient maintenant être sélectionnés. Allez maintenant en haut de l'écran et cliquez sur le menu « Items » (« Eléments ») (flèche jaune). Cela ouvre un menu déroulant dans lequel nous sélectionnerons « Align Items » (« Aligner les éléments ») (flèche bleue), puis effectuez un clic gauche sur « Align left » (« Aligner à Gauche ») (flèche verte).



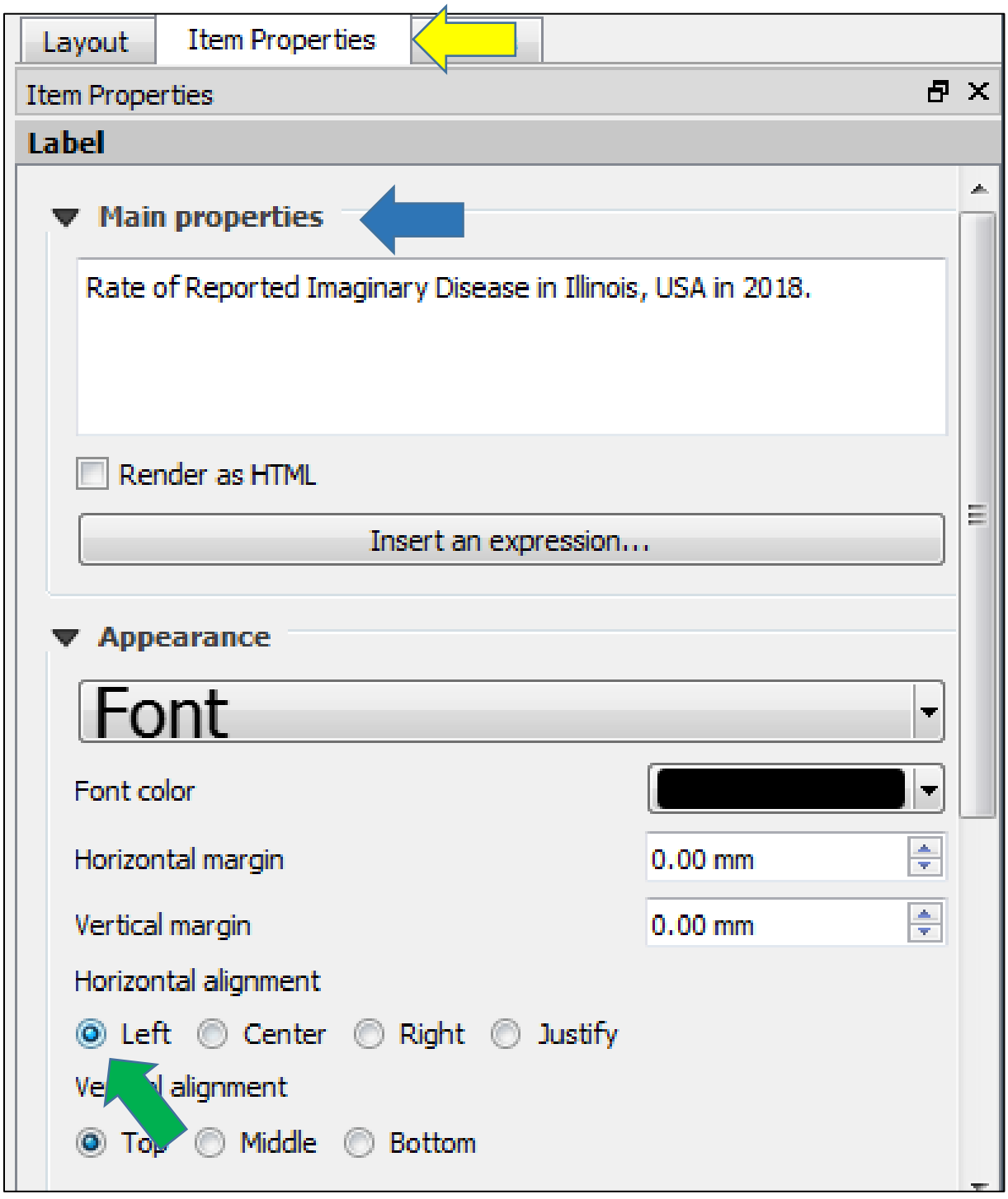
Cela aligne automatiquement le côté gauche de chacun de ces éléments de la carte. Nous allons répéter cette procédure en effectuant un clic gauche sur l'échelle graphique, puis en maintenant la touche « Shift » (touche Majuscule) enfoncée, nous faisons un clic gauche sur la boîte de sources d'information. Ces deux éléments cartographiques sont maintenant sélectionnés. Nous revenons ensuite au menu « Items » (« Eléments ») (flèche jaune ci-dessus), « Align Items » (« Aligner les

éléments ») (flèche bleue ci-dessus), puis sélectionnons « Align bottom » (« Aligner sur le Bas ») (flèche rouge ci-dessus). Cela alignera le bas de ces deux éléments de la carte. Notre nouvelle mise en page cartographique est présentée ci-dessous.

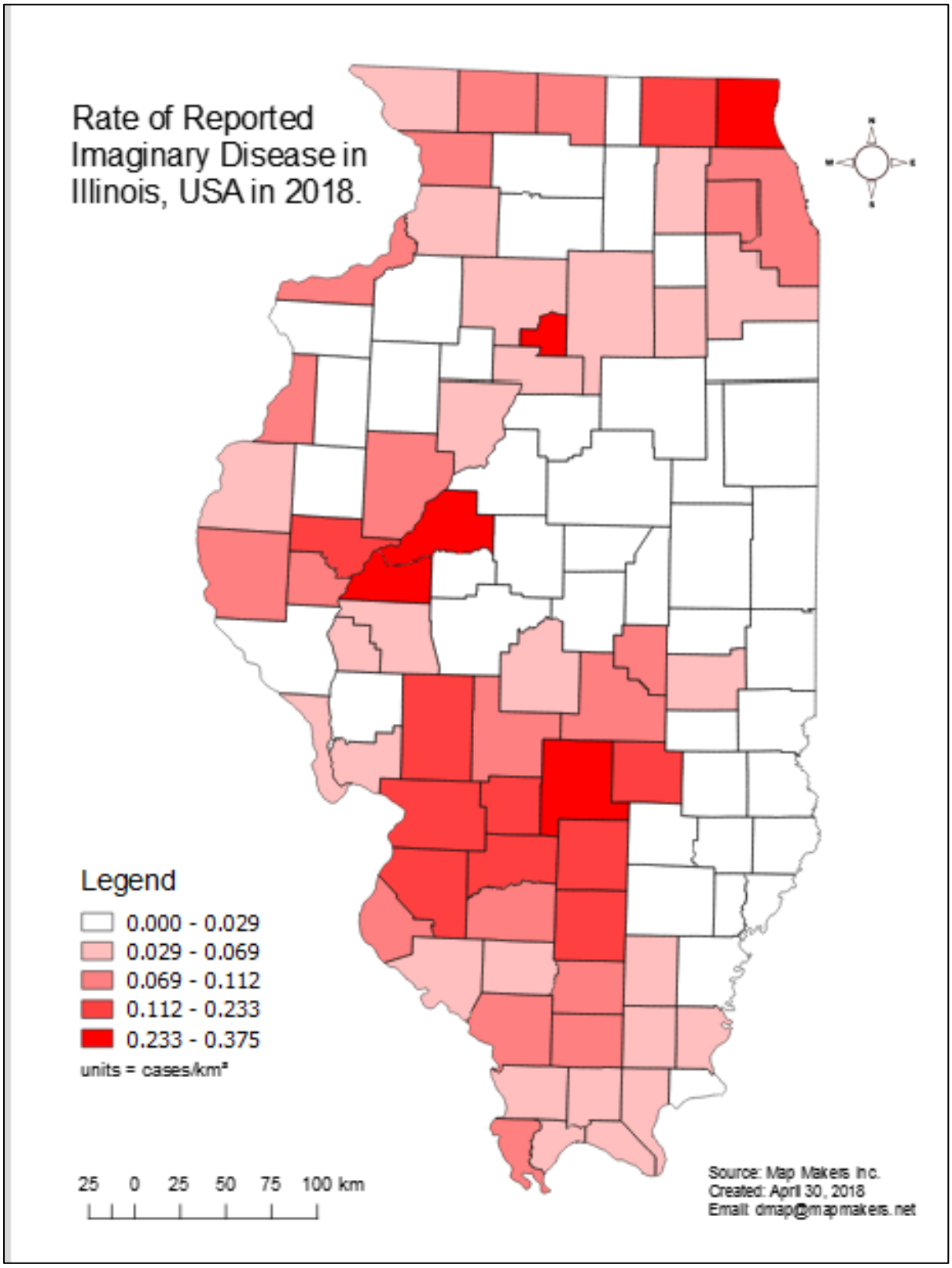
Pour souligner le caractère itératif du développement d'une mise en page de qualité, examinons l'agencement actuel : nous estimons que la présentation du texte du titre sera meilleure s'il est aligné à gauche plutôt que centré. Nous devons en outre remplacer le titre actuellement intitulé « Rate of Reported Imaginary Disease during 2018 in Illinois, USA » (Incidence de la maladie fictive déclarée en 2018 dans l'Illinois, USA) par « Rate of Reported Imaginary Disease in Illinois, USA in 2018 » (Incidence de la maladie fictive déclarée dans l'Illinois, aux États-Unis d'Amérique en 2018).



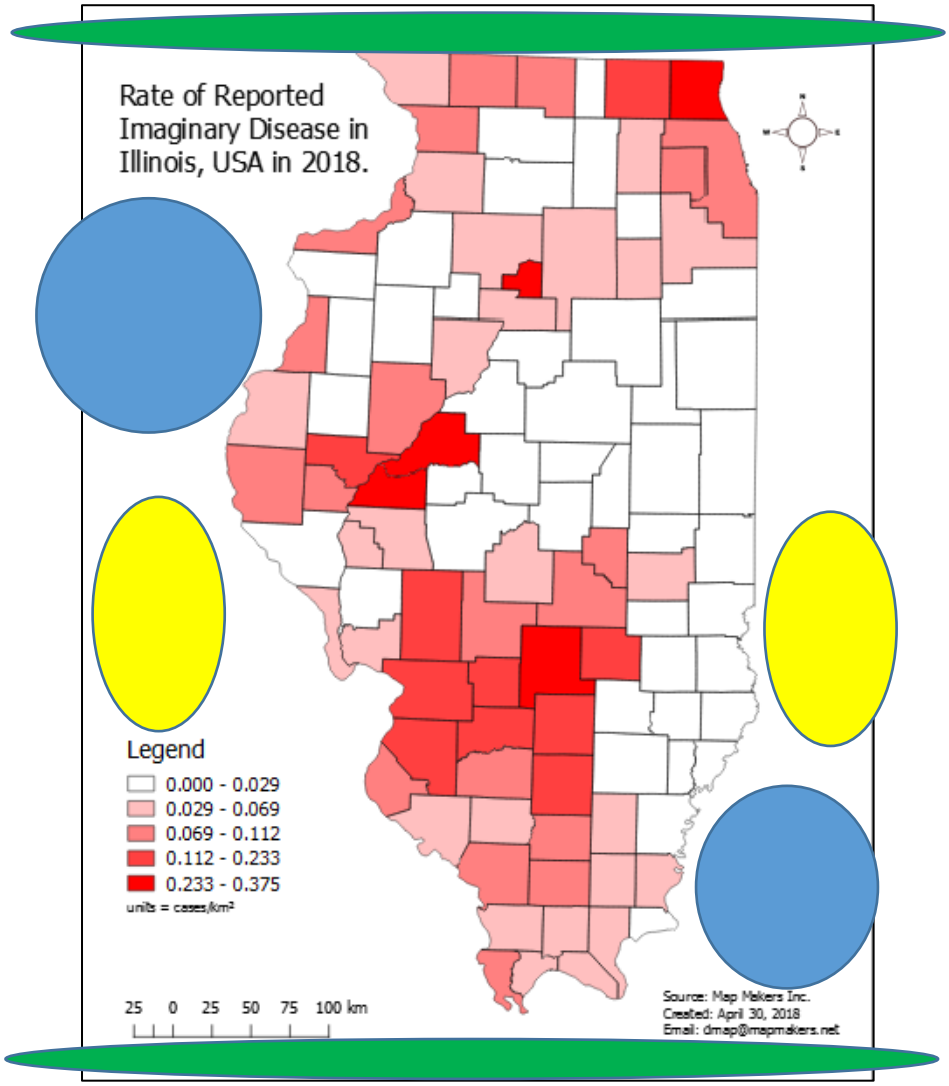
Pour effectuer ces modifications, nous faisons un clic gauche sur la zone de texte du titre. Dans le panneau « Item Properties » (« Propriétés de l'objet ») (flèche jaune), nous remplaçons le texte figurant dans le champ situé sous « Principal properties » (« Propriétés principales ») (flèche bleue) « Rate of Reported Imaginary Disease in Illinois, USA in 2018 » (Incidence de la maladie fictive déclarée dans l'Illinois, aux États-Unis d'Amérique en 2018). Enfin, nous modifions son alignement horizontal de « Center » (« Centré ») à « Left » (« Gauche »), en cliquant sur le bouton d'option approprié (flèche verte).



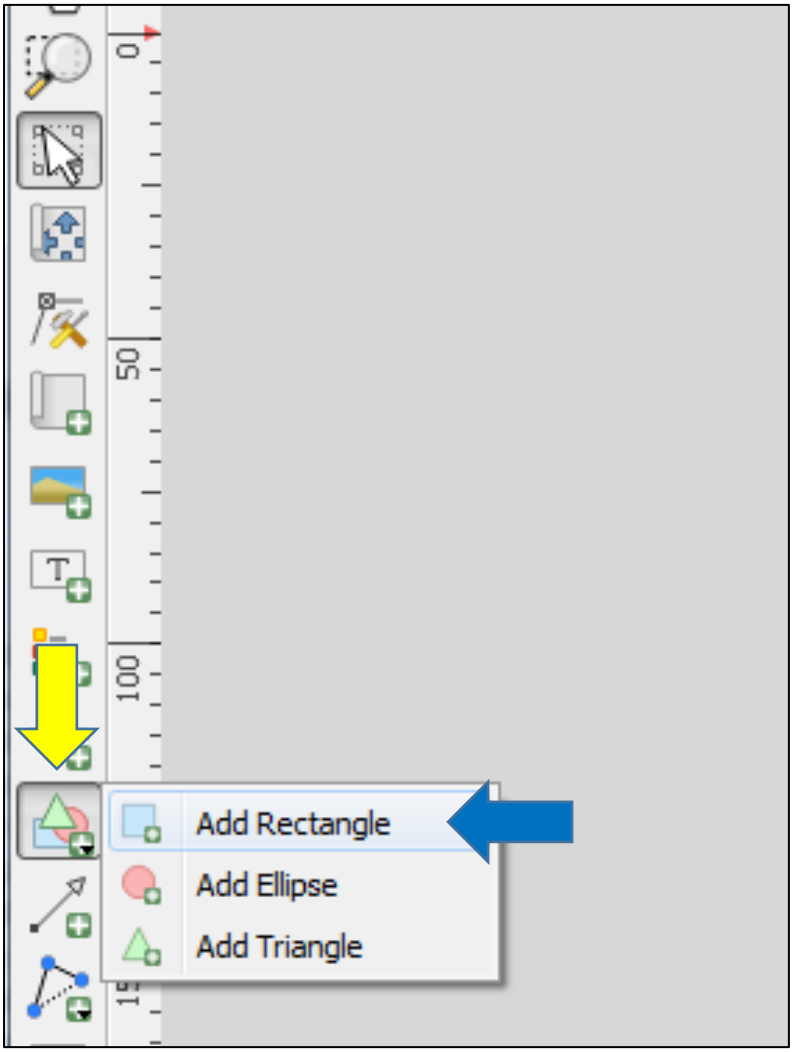
La mise en page finale de notre carte est présentée ci-dessous ; son apparence est plus professionnelle et plaisante que celle de notre version originale.



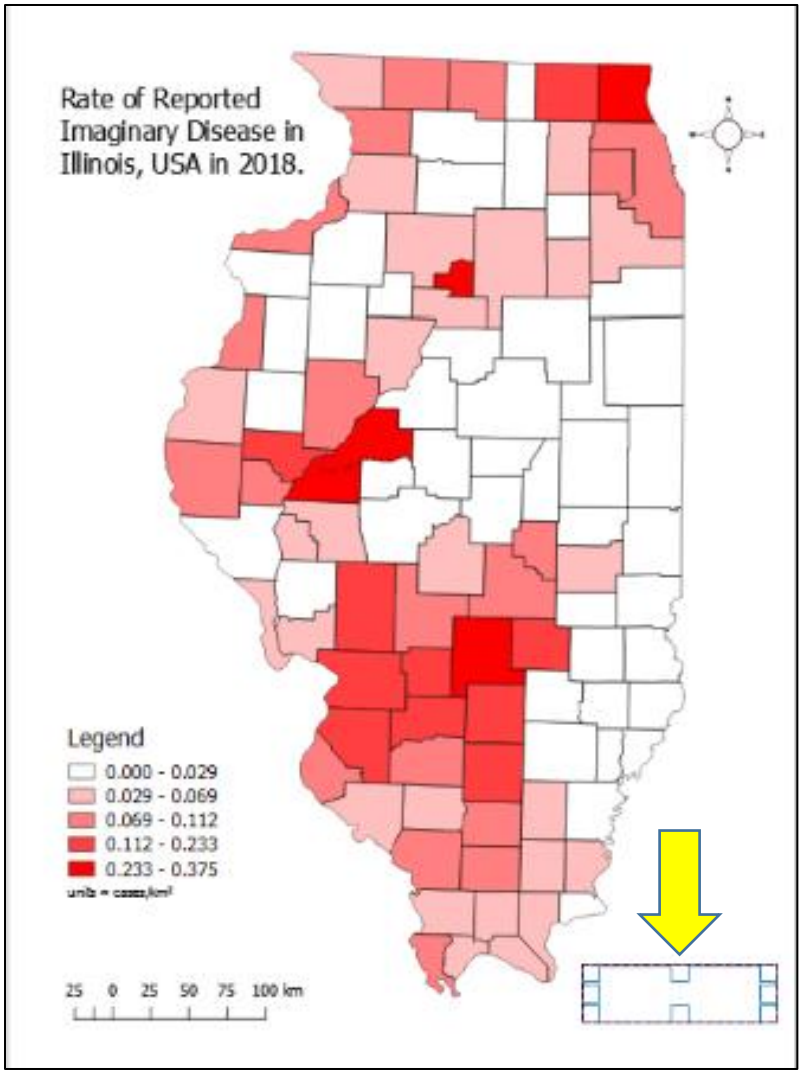
Bien que nous ne l'ayons pas explicitement indiqué jusqu'à présent, un élément important pour créer des cartes interprétables et esthétiquement plaisantes consiste à utiliser de manière réfléchie les espaces blancs/vides figurant sur l'ensemble de la carte. Par exemple, dans une carte complexe où figurent de nombreux éléments, les espaces vides peuvent être utilisés pour séparer les informations, afin d'assurer le confort visuel du lecteur et de présenter les informations de manière cohérente. Il est en outre important d'équilibrer les espaces vides. L'idée sous-jacente de l'équilibrage des espaces blancs est de contrebalancer tout espace vide créé sur une partie de la carte par un agencement adéquat des autres éléments de la mise en page. En décidant de la disposition de nos éléments cartographiques, nous avons mis cette idée en application pour la mise en page de la carte que nous avons conçue. Si nous regardons la représentation ci-dessous de notre carte, nous voyons bien comment nous avons équilibré nos espaces vides (cercles de même couleur). Ces espaces vides peuvent ne pas s'équilibrer parfaitement à cause de la forme des éléments cartographiques mais, bien que leur équilibre soit imparfait, ils procurent l'effet esthétique souhaité. Il est par conséquent essentiel de considérer les espaces vides et leur disposition comme un élément important de la conception de toute mise en page cartographique.



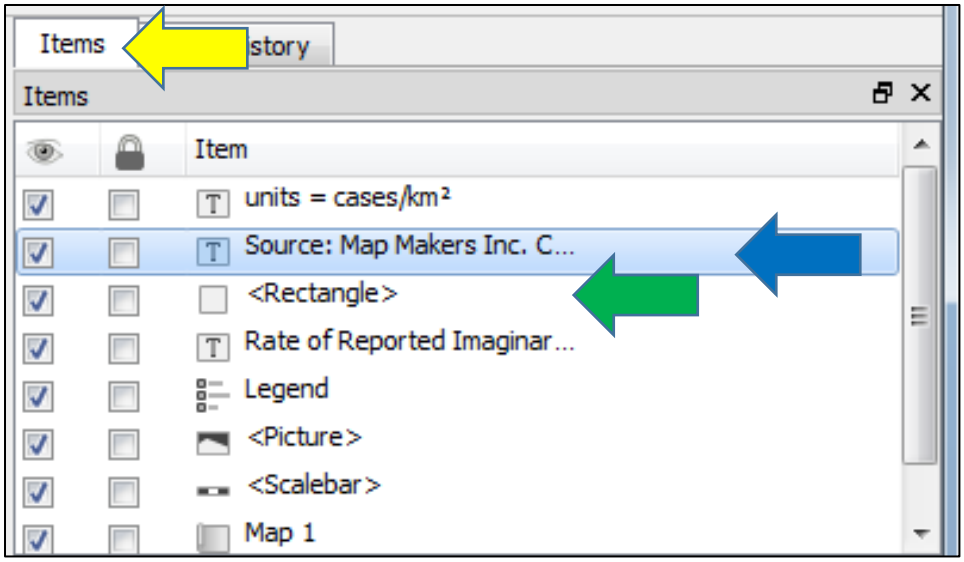
L'utilisation d'encadrés ou de bordures est un autre outil pour créer une mise en page. Ces éléments sont utilisés pour faire ressortir des éléments d'une carte ou les séparer les uns des autres, en constituant des groupes logiques. Si une mise en page cartographique nécessite par exemple de faire figurer une seconde carte pour préciser la localisation de l'élément de la carte principale (par exemple si la carte principale est celle d'un district, et que la seconde carte montre l'emplacement de ce district dans le pays), un cadre peut être placé autour pour distinguer clairement les deux cartes. Dans notre exemple, nous pourrions avoir envie de mettre davantage en évidence les sources d'information. Pour ce faire, nous allons les entourer d'un cadre, ce qui les replacera à un niveau plus élevé dans la hiérarchie visuelle. Pour ajouter ce cadre, nous cliquons sur l'outil « Add shape » (« Ajouter une forme ») (flèche jaune) et sélectionnons « Rectangle » (flèche bleue).



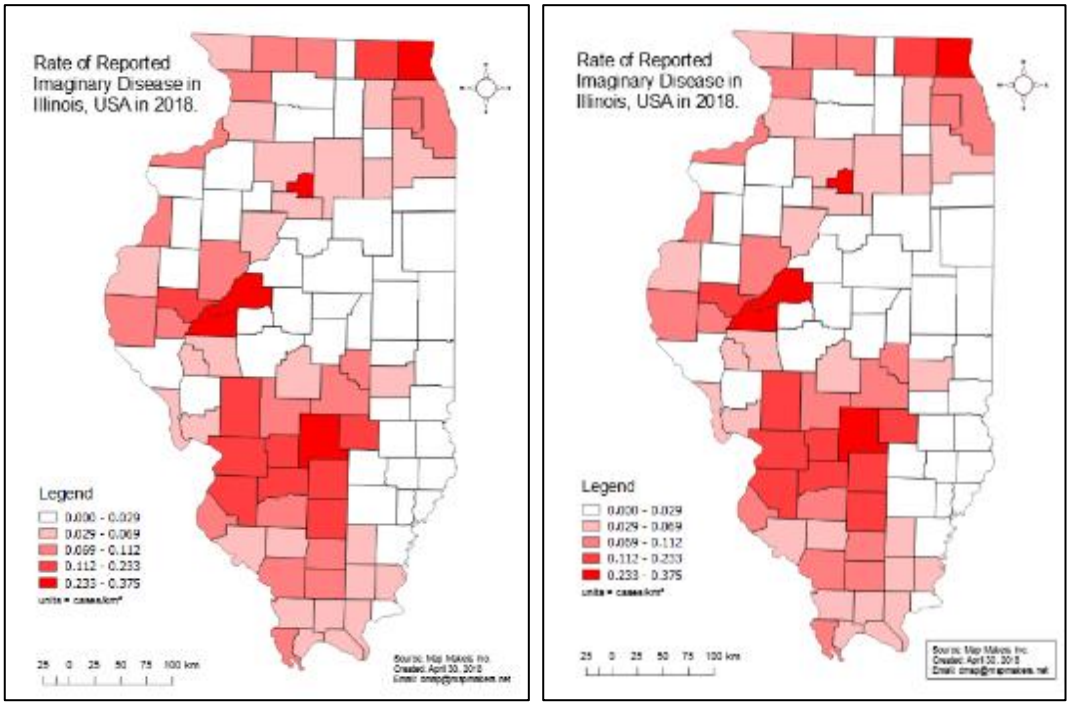
Le curseur de la souris se transforme en croix noire. Nous la plaçons à l'endroit où nous souhaitons placer notre cadre rectangulaire, puis, tout en maintenant le bouton gauche de la souris enfoncé, nous créons le cadre à la taille souhaitée. La boîte peut être redimensionnée et repositionnée selon les besoins, en utilisant les procédures décrites précédemment pour la flèche Nord. L'encadré est créé, mais par défaut, son contour est noir et sa couleur de remplissage blanche. De ce fait, les sources d'information sont masquées comme montré ci-dessous.



Pour remédier à ce problème, nous pourrions sélectionner « Remplissage transparent » pour la couleur de remplissage du cadre ; toutefois, nous allons plutôt montrer comment déplacer les éléments cartographiques d'un plan visuel à l'autre au sein d'une même mise en page. La disposition de la carte peut être envisagée comme une pile d'éléments cartographiques, les éléments placés au bas de la pile pouvant être masqués par des éléments de la carte situés plus haut dans la pile. C'est le problème auquel nous sommes actuellement confrontés. Le cadre est placé plus haut dans la pile que la zone de texte contenant les sources d'information. Nous allons donc déplacer ces dernières dans la pile de telle sorte qu'elles passent au-dessus du cadre. Pour ce faire, nous allons dans le panneau « Items » (« Eléments ») (flèche jaune) situé dans le coin supérieur droit de l'écran. Dans ce panneau figure une liste de tous les éléments cartographiques de la mise en page. Nous pouvons activer/désactiver chaque élément pour qu'il soit visible ou non en faisant un clic gauche sur la case à cocher située le plus à gauche à côté du nom de chaque élément. Pour déplacer les sources d'information afin qu'elles soient visibles, nous plaçons le curseur de la souris sur l'élément dénommé « Source » (flèche bleue), puis nous maintenons le bouton gauche de la souris enfoncé et nous faisons glisser cet élément au-dessus de l'élément appelé « Rectangle » (Flèche verte). Les sources d'information sont maintenant visibles, comme souhaité. Ce déplacement d'éléments cartographiques est une fonctionnalité utile de QGIS pour créer des mises en page opérantes, en particulier lorsque des éléments d'une carte se chevauchent.



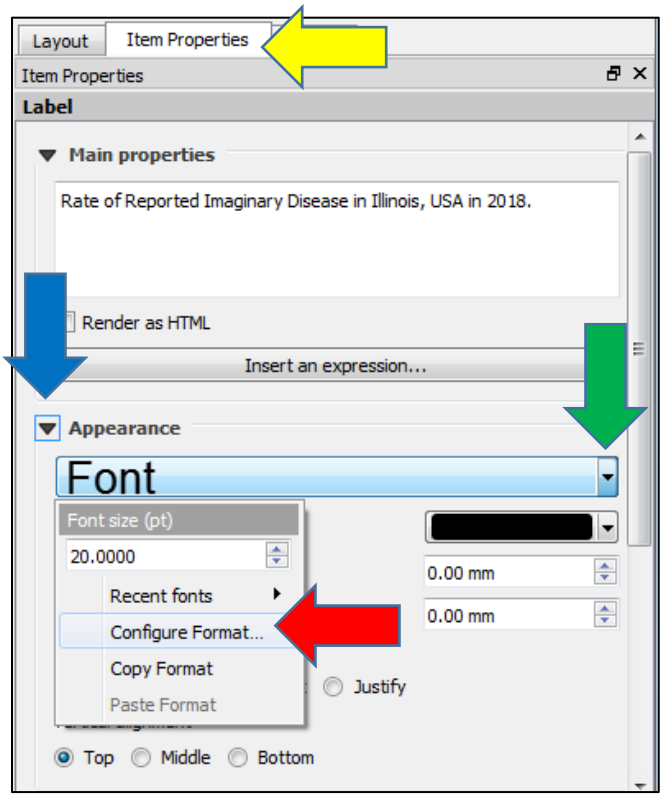
Vous trouverez ci-dessous une comparaison de la mise en page de la carte avec et sans le cadre autour des sources d'information. Il est clair que l'encadré place les sources d'information à un niveau plus élevé de la hiérarchie visuelle et attire plus facilement l'œil du lecteur sur cette partie de la carte.



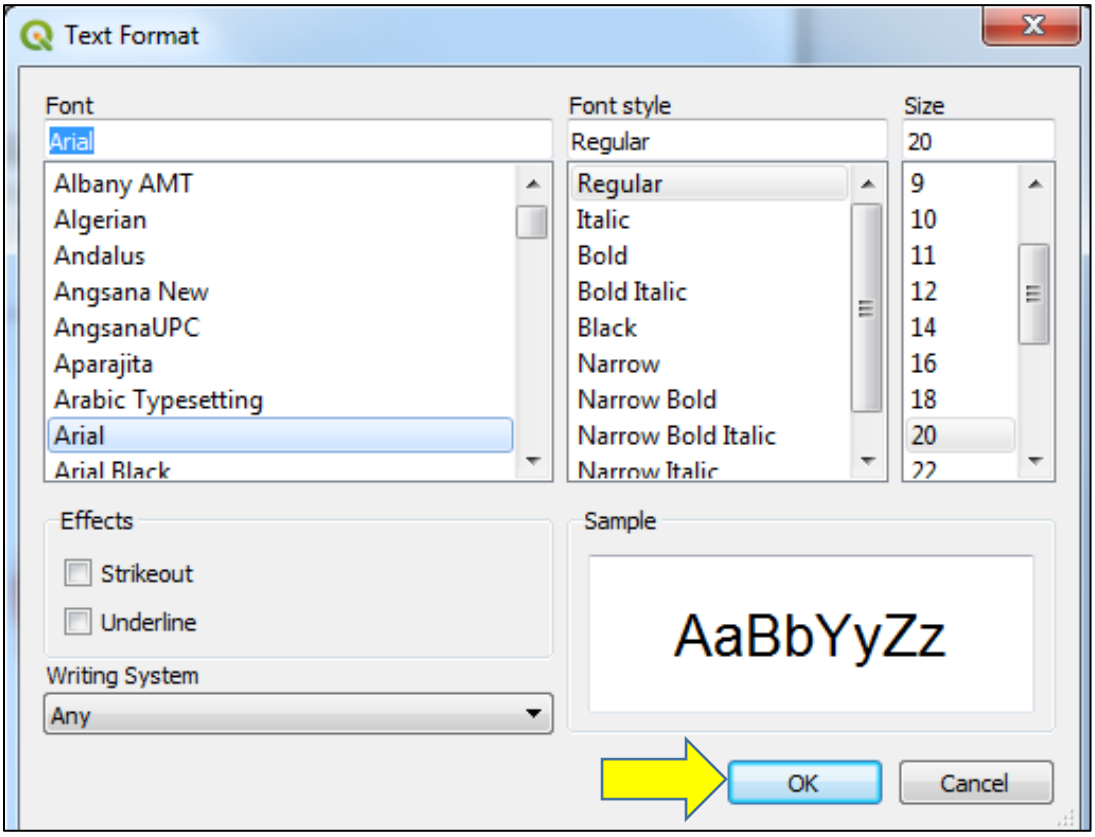
Les bordures et les cadres peuvent être des éléments importants d'une mise en page cartographique. Ils doivent cependant être utilisés avec parcimonie. Sur une carte où les encadrés sont nombreux, il peut devenir difficile d'équilibrer efficacement les espaces vides, ce qui réduit la valeur esthétique de la carte. De plus, les cadres et les bordures brisent à dessein le « flux visuel » d'une carte ; il est donc important, lorsqu'on crée une mise en page, de déterminer si ces encadrés ajoutent de la valeur et facilitent l'interprétation des informations de la carte ou, au contraire, s'ils morcèlent la carte et lui font perdre sa continuité.

Le dernier élément de conception cartographique dont nous discuterons brièvement est le choix des polices de caractère. Il existe un large éventail de types de polices utilisables pour vos mises en page et de nombreuses options de styles pour chaque police (par exemple, italique, gras, etc.). La prudence s'impose toutefois lors du choix de la police car il est tentant de sélectionner une police d'affichage « décorative » lors de la création d'une mise en page pour que la carte donne une « impression artistique ou sophistiquée ». Or, souvent, les polices simples sont plus appropriées pour préserver la hiérarchie visuelle ainsi que la clarté des informations de la carte. Si le choix se porte sur une police décorative, celle-ci ne sera normalement utilisée que pour le titre. Il convient également de s'assurer lors du choix du type de police de la lisibilité du texte à la résolution à laquelle la carte sera lue. Faire des essais avec différents types de police, à la résolution et à la taille auxquelles la carte sera affichée, peut aider à sélectionner la police la mieux appropriée. La disponibilité, sur l'ordinateur des lecteurs de la carte, de la police utilisée pour créer la carte est également à prendre en compte, en particulier lorsque des cartes SIG sont partagées sous forme électronique. Si la police choisie n'est pas disponible, l'ordinateur peut la remplacer par une autre, ce qui risque d'avoir un impact sur la qualité de la carte. Par conséquent, les polices couramment disponibles telles qu'Arial ou Times New Roman peuvent être plus sûres à utiliser pour les cartes destinées à être largement diffusées sous forme électronique. Enfin, la taille du texte est un aspect important que nous avons mentionné précédemment. La sélection de la taille appropriée influe sur la lisibilité des informations de la carte, mais peut également élever ou abaisser le niveau du texte dans la hiérarchie visuelle.

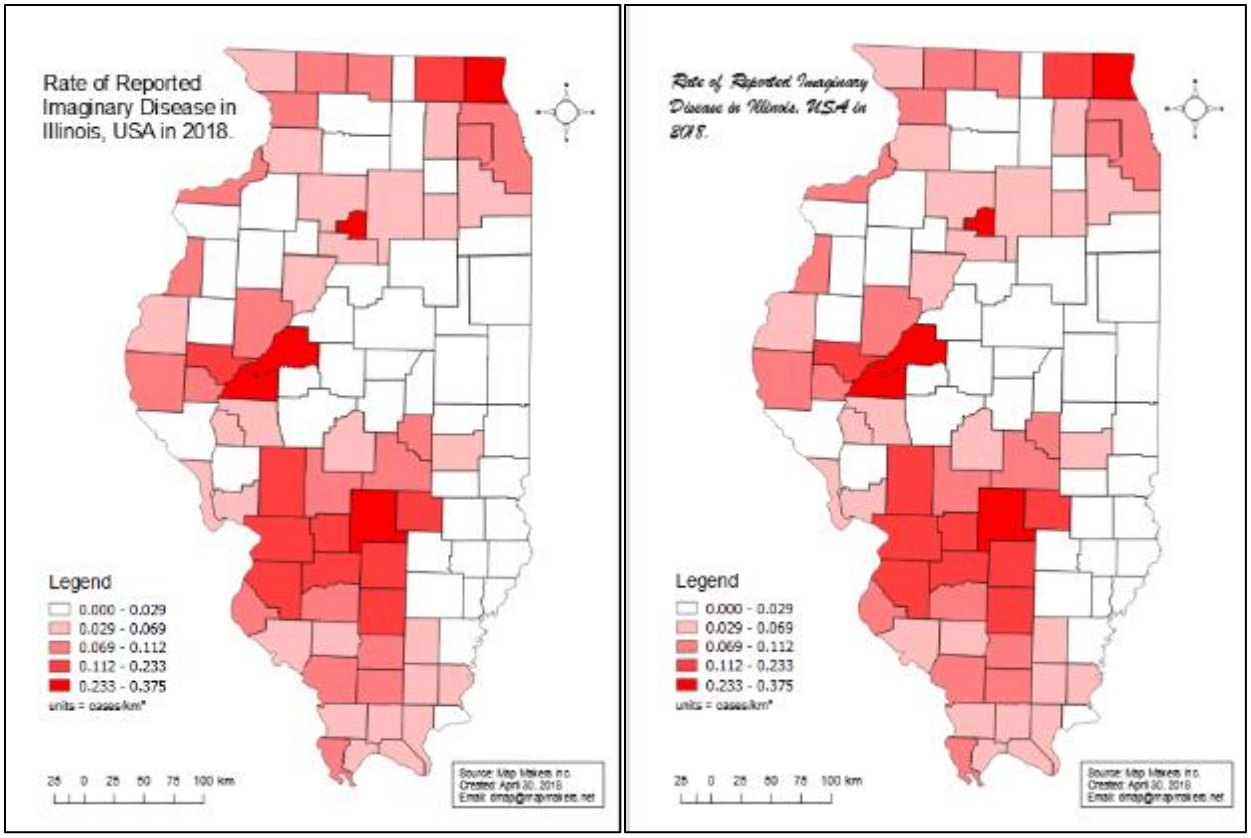
Pour modifier la police de caractères, faites un clic gauche sur la zone de texte contenant le texte pour lequel vous souhaitez modifier la police. Cela sélectionnera cet élément cartographique. Dans le panneau « Item properties » (« Propriétés de l'objet ») (flèche jaune), sous le groupe « Apparence » (flèche bleue), faites un clic gauche sur le triangle noir situé à côté de « Font » (« Police ») ; sélectionnez ensuite « Configure format » (configurer le format) (flèche rouge).



Une fenêtre de dialogue s'ouvre, à partir de laquelle vous pouvez sélectionner et prévisualiser la police de votre choix, en modifier le style et en déterminer la taille appropriée. Une fois que vous avez choisi la police, le style et la taille souhaités, faites un clic gauche sur « OK » (flèche jaune).



Nous comparons ci-dessous l'utilisation d'une police décorative, Brush Script MT, et de la police choisie initialement, Arial, pour le titre de notre carte choroplèthe. Si la nouvelle police donne une touche artistique à la carte, elle n'améliore pas la présentation des informations sur la carte. Elle altère en outre la lisibilité globale d'un des éléments de texte les plus importants. C'est pourquoi nous préférerons la police Arial, plus simple, pour cette mise en page cartographique.



En résumé, la conception d'une mise en page cartographique implique une réflexion importante et une bonne compréhension de l'objectif de la carte. De manière générale, essayer de s'en tenir à la simplicité est une bonne pratique qui aidera le lecteur de la carte à se concentrer sur les informations importantes qui sont présentées et à ne pas se laisser distraire par des éléments cartographiques plus anecdotiques. Lorsque vous envisagez d'ajouter un élément sur la carte, les questions suivantes peuvent vous aider à déterminer si cet élément est nécessaire et à définir son apparence et le sentiment qu'il suscite : 1) cet élément cartographique renforce-t-il ou interfère-t-il avec le message de la carte ? et 2) à quel niveau cet élément doit-il se situer dans la hiérarchie visuelle ? Des essais de mise en page et d'agencement des éléments cartographiques sont essentiels pour s'assurer que la carte qui en résulte soit la plus esthétique et la plus informative possible. La critique de la mise en page par des tiers est un bon moyen de s'assurer que le message de la carte est clair et que la hiérarchie visuelle correspond à l'intention initiale. Enfin, il convient de souligner qu'il n'existe pas une seule et unique « mise en page appropriée ». Il peut y avoir de nombreux agencements différents et bien pensés, tous susceptibles d'être efficaces pour atteindre l'objectif pour lequel la carte a été créée. Le choix entre ces agencements peut reposer simplement sur des différences artistiques et des préférences individuelles. Le message clé est de réfléchir de manière critique à la mise en page de la carte et à la façon dont chaque élément interagit et contribue à « l'histoire » qu'elle raconte.

Transmettre un message avec des cartes

Pour ce qui concerne la diffusion d'informations relatives à la santé de la faune sauvage au moyen de cartes, le dernier sujet que nous allons aborder est la détermination du message que nous avons l'intention de transmettre avec notre produit cartographique. Nous aurions sans doute pu commencer par ce sujet puisque nous avons indiqué à maintes reprises que l'objectif de la carte conditionne largement la construction d'un SIG et que la manière dont les cartes sont conçues dérive

largement de ce SIG. Nous avons toutefois choisi de présenter ces informations à la fin de cette section, afin de conclure sur le sujet le plus important et de pouvoir utiliser et nous appuyer sur les cartes que nous avons construites plus haut pour illustrer les points marquants que nous présentons, plutôt que de nous concentrer sur les détails du logiciel.

Questions clés

Le premier aspect clé de la transmission de messages à l'aide de cartes est de définir pourquoi cette carte est créée. La réponse à cette question constitue le fondement de la création de chaque SIG et de la carte qui lui est associée. Se poser cette question lorsque nous regardons une carte créée par quelqu'un d'autre nous aide également à comprendre la motivation sous-jacente du concepteur de la carte et à déterminer si les éléments cartographiques ont été utilisés à bon ou à mauvais escient pour transmettre le message du concepteur. Dans notre cas par exemple, la réponse à cette question pourrait être de fournir une appréciation de la situation d'une maladie touchant la faune sauvage ; de décrire l'importance et/ou les résultats des efforts de surveillance des maladies de la faune sauvage ; ou éventuellement d'expliquer les risques associés à un événement lié à la santé de la faune sauvage, susceptible d'avoir des implications sanitaires pour l'homme ou les animaux domestiques. Chacune de ces réponses potentielles à la question de base peut justifier la création/l'importation dans notre SIG de couches de données différentes, voire nécessiter la conception de cartes différentes.

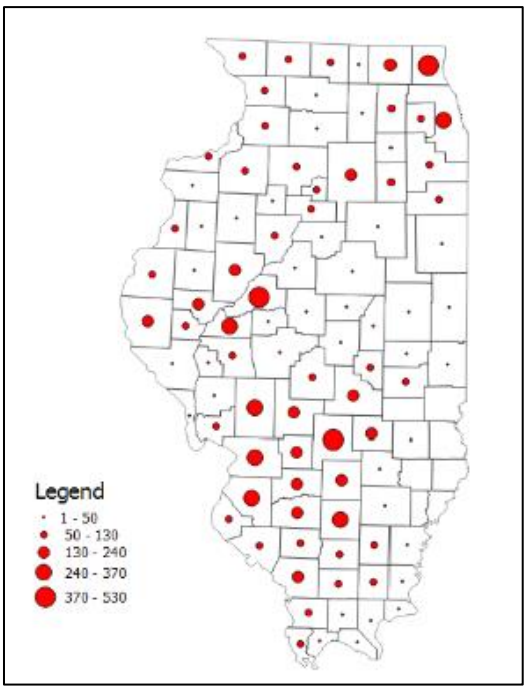
La deuxième question clé à laquelle il convient de répondre est la suivante : quel public lira la carte produite ? Cette question déterminera le type et le niveau d'informations pouvant être intégrées dans une carte. Par exemple, les cartes destinées à être partagées avec les scientifiques d'autres organismes peuvent contenir des informations spatiales détaillées, telles des images aériennes ou des couches d'infrastructures détaillées, susceptibles d'être utilisées pour élaborer des hypothèses scientifiques relatives à un foyer de maladie de la faune sauvage et de servir lors de la planification des réponses à ce foyer de maladie. Les cartes qui seront transmises aux décideurs peuvent être davantage axées sur les mesures de réponse à la maladie ou sur le niveau de menace pour les ressources clés et omettre des informations détaillées essentielles pour les scientifiques. De même, les cartes destinées à être diffusées au grand public peuvent être assez simples et ne contenir qu'un minimum d'éléments cartographiques essentiels, de sorte que leur interprétation ne nécessite qu'un minimum d'explications. Le « pourquoi » et le « qui » sont par conséquent les questions qui dictent la création des SIG et des cartes.

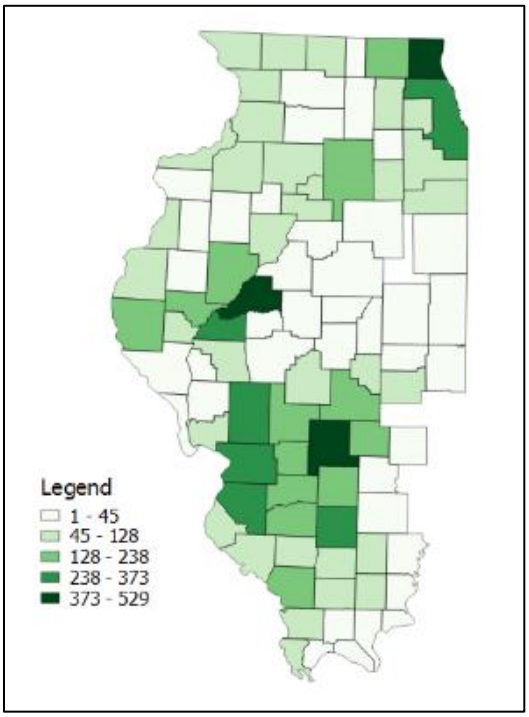
Dans ce qui suit, nous exposerons plusieurs exemples de la façon dont la réponse à ces deux questions influe sur l'apparence de la carte. Nous utiliserons les ensembles de données que nous avons employés pour expliquer comment créer un SIG ainsi qu'une mise en page dans QGIS. Dans cette partie de la formation, nous n'entrerons pas dans les détails sur la façon de réaliser ces cartes dans QGIS, toutes les techniques que nous allons utiliser ayant été décrites plus haut.

Choix des symboles de carte

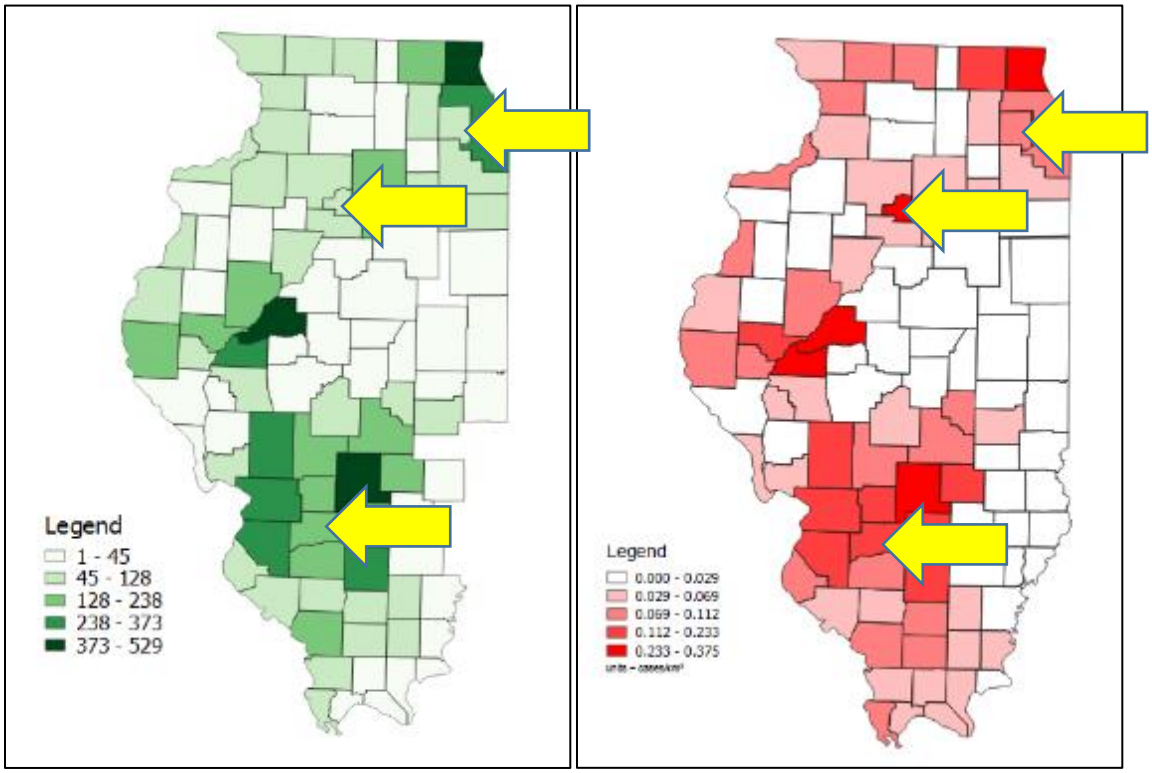
Nous allons commencer par créer deux types de cartes, une carte de symboles proportionnels et une carte choroplèthe, pour représenter le nombre total de cas de maladie déclarés dans chaque comté de l'Illinois. L'objectif de chaque carte est donc de montrer au lecteur de ces cartes le nombre de cas de maladie rapportés dans chaque comté et de proposer une comparaison relative entre les comtés. Si nous examinons chaque carte de manière critique, nous constatons que la carte de symboles proportionnels offre une meilleure représentation visuelle du nombre total de cas de maladie, car les symboles ponctuels de grande taille représentent un nombre total élevé de cas, que ce soit dans les grands ou les petits comtés, et les symboles de petite taille indiquent le contraire. Cette carte permet également au lecteur d'évaluer facilement la superficie de chaque comté associé à un symbole. Dans

la carte choroplèthe, les différentes couleurs (ou symboles de surface) induisent en erreur car ce type de symboles est habituellement utilisé pour représenter une densité ou un taux concernant un comté dans son ensemble. Par exemple, une même couleur peut correspondre à un petit comté avec une forte densité de cas rapportés comme à un grand comté avec le même nombre de cas plus largement disséminés. En d'autres termes, lorsqu'il s'agit de représenter le nombre total de cas rapportés, la carte choroplèthe ne constitue pas un bon moyen visuel de comparaison relative entre les comtés. En général, il est préférable d'utiliser une carte de symboles proportionnels pour représenter le nombre de cas, la carte choroplèthe étant plus adaptée pour représenter une densité ou un taux.





Les cartes ci-dessous permettent de comparer la carte choroplèthe montrant le nombre total de cas et la carte choroplèthe montrant la densité de cas. Sont mis en évidence les quelques comtés pour lesquels la perception du lecteur est différente selon que la carte représente le nombre total de cas de maladie ou leur densité (flèches jaunes).

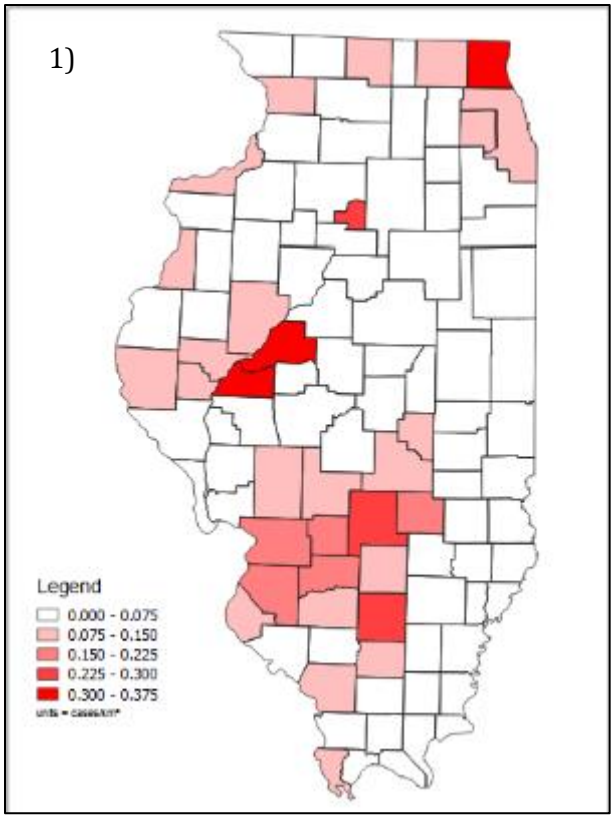


Dans la deuxième carte qui prend en compte la superficie des comtés, plusieurs d'entre eux, a priori moins importants lorsqu'on regarde la carte choroplèthe et sa représentation du nombre total de cas, gagnent en importance, la densité de cas y étant élevée au vu de leur superficie. Le message clé est donc que le concepteur de la carte doit être conscient de l'importance de ses choix de symboles et doit les faire correspondre avec le type de mesure statistique que la carte vise à représenter.

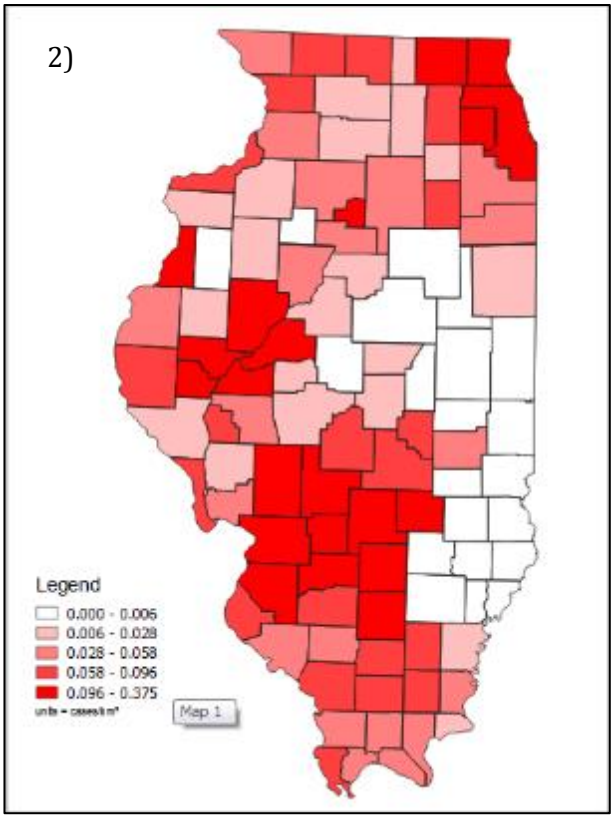
Effets d'agrégation

Un deuxième sujet important à prendre en compte lors de la création de cartes représentant des résumés statistiques est l'impact lié à la manière dont les observations sont agrégées ou réparties en classes (c'est-à-dire le mode de fractionnement des classes). Ce mode peut avoir une influence significative sur le message que véhicule la carte. Nous utiliserons la carte choroplèthe montrant le nombre de cas de maladie dans chaque comté pour illustrer ces problèmes potentiels. Notez que les données utilisées dans chacune de ces cartes sont les mêmes, seules les bornes des classes variant. Nous présentons ci-dessous quatre cartes différentes avec des bornes de classes créées en utilisant les modes de QGIS de fractionnement des classes suivants : 1) intervalles égaux ; 2) quantile (effectifs égaux) ; 3) jolies ruptures ; et 4) ruptures naturelles (Jenks) ») (qui est la méthode que nous avons utilisée précédemment). Notez les valeurs limites différentes pour chaque classe entre ces cartes.

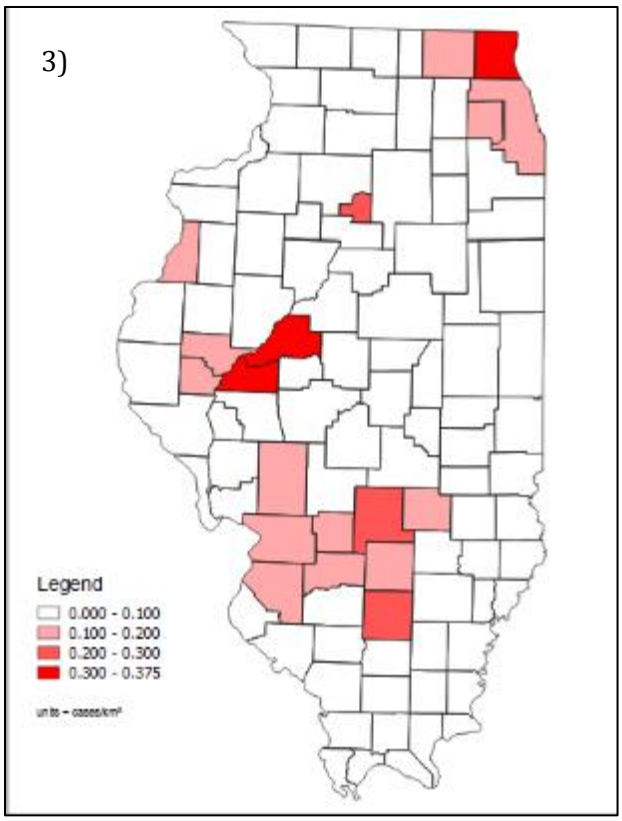
1)


Legend
0.000 - 0.075
0.075 - 0.150
0.150 - 0.225
0.225 - 0.300
0.300 - 0.375

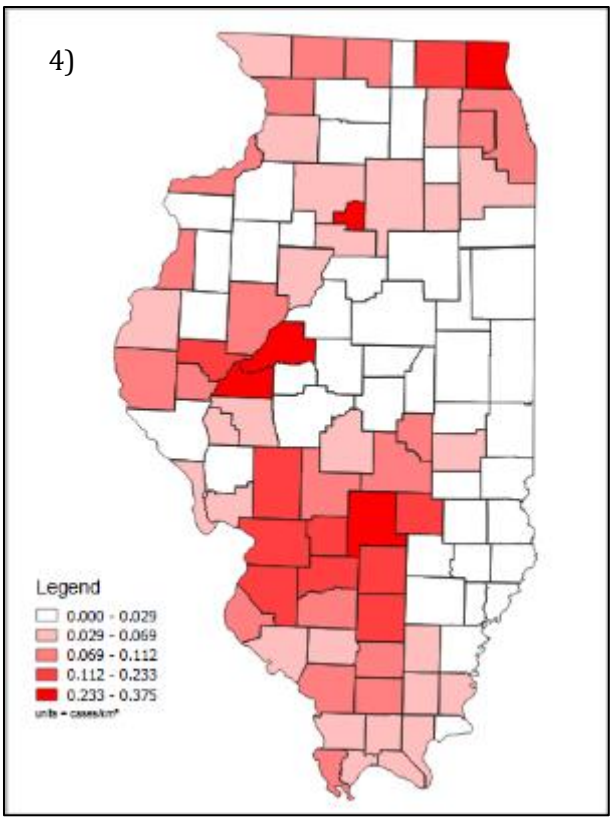
2)


Legend
0.000 - 0.006
0.006 - 0.028
0.028 - 0.058
0.058 - 0.096
0.096 - 0.375
Map 1

3)


Legend
0.000 - 0.100
0.100 - 0.200
0.200 - 0.300
0.300 - 0.375

4)


Legend
0.000 - 0.029
0.029 - 0.069
0.069 - 0.112
0.112 - 0.233
0.233 - 0.375

La comparaison de chacune de ces cartes révèle l'impact du choix apparemment anodin de la manière d'agréger des données en classes. Il apparaît clairement que ce choix peut influer considérablement sur le message qui en résulte et que dépeint la carte. Quelle est alors la carte correcte ? La réponse est qu'elles sont toutes correctes et qu'elles sont toutes fausses… cela dépend du message que le concepteur de la carte essaie de transmettre et à qui ce message est destiné.

Si nous examinons la carte 1, nous voyons que les bornes des classes augmentent uniformément de 0,075 et que la carte qui en résulte montre des comtés dont la plupart sont en blanc, ce qui indique de faibles densités de cas de maladie rapportés, pour seulement quelques comtés avec des taux élevés. Ce mode de fractionnement des classes sera utile si la carte vise à montrer que les impacts de la maladie sont principalement limités à quelques comtés. Cette représentation pourrait être utilisée par exemple pour justifier auprès des décideurs que les efforts d'intervention doivent être concentrés sur quelques comtés si les ressources sont limitées ou, si l'intention est de présenter la carte au public, de souligner que la plupart des régions ont un faible taux de cas de maladie.

Dans la carte 2, nous avons utilisé un mode de fractionnement des classes selon des intervalles égaux, créant des bornes de classes telles que chacune contient le même nombre de comtés. Contrairement à la carte 1, la carte 2 met en évidence que la plupart des comtés ont été affectés par cette maladie, peu de comtés étant en blanc. Un exemple de message pour lequel utiliser cette carte serait de montrer l'étendue de la zone géographique touchée, si l'objectif de la carte est de sensibiliser davantage le public et d'encourager la prise de mesures appropriées en réponse à la maladie.

Pour la carte 3, les comtés sont répartis dans des classes dont les bornes sont régulièrement espacées, sur la simple base de chiffres ronds (à savoir 0,1). La carte 3 est similaire à la carte 1, mais est plus extrême, en ce sens que davantage de comtés sont en blanc et que ceux classés comme ayant une densité de cas élevée sont moins nombreux. Cette carte pourrait véhiculer un message similaire à celui de la carte 1 et le fractionnement simple des classes en ferait une bonne candidate pour une diffusion publique.

La dernière carte utilise la distribution empirique des taux de cas dans les comtés pour déterminer où créer les bornes des classes. Cette carte offre une représentation intermédiaire entre les cartes 1 et 3 et la carte 2. Un message pour lequel cette carte pourrait être utile serait de fournir une description convenable de l'extension géographique de la maladie, mais aussi de faire ressortir les comtés les plus touchés, d'après les mesures de la densité des cas rapportés.

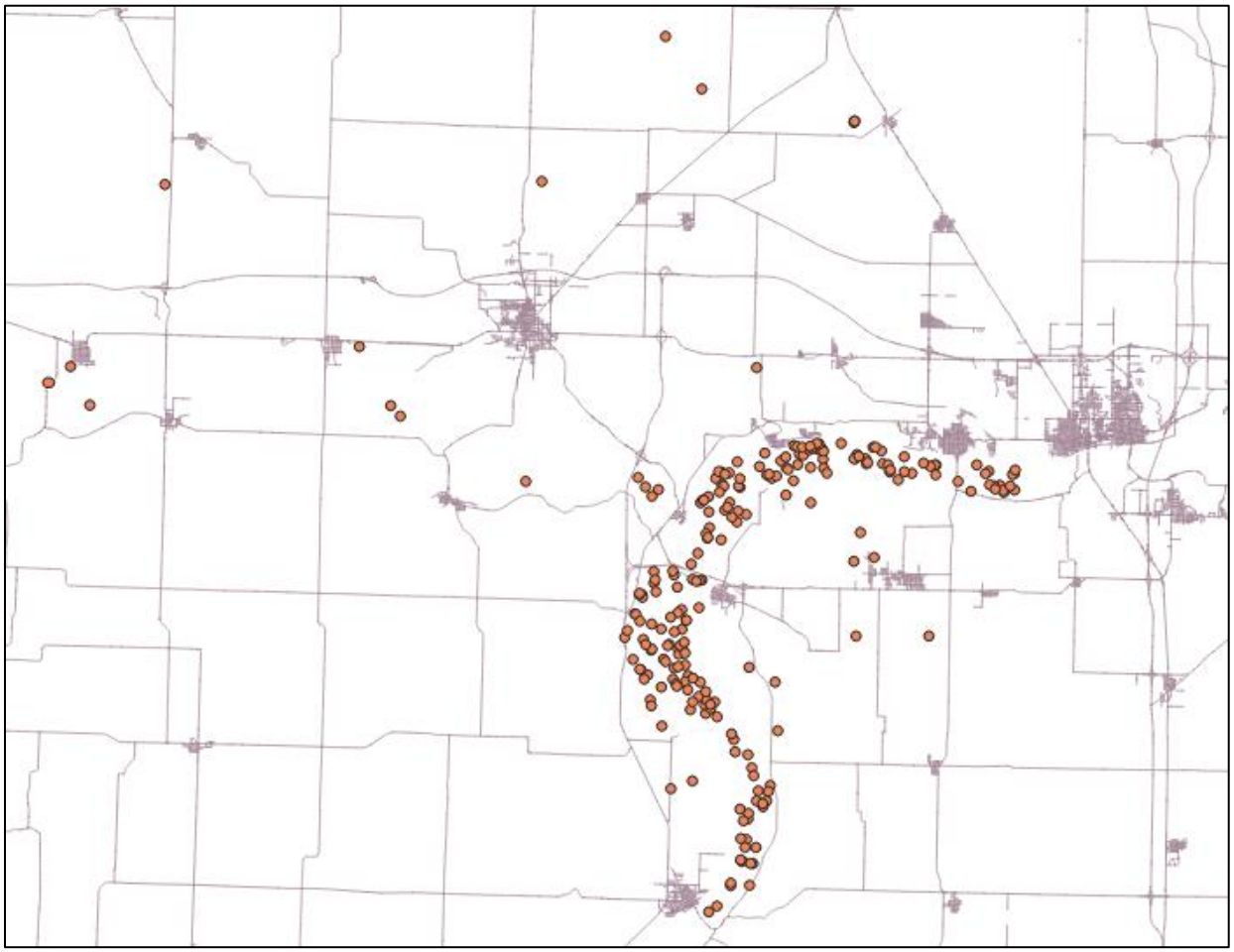
Le message clé est donc que le SIG fournit de nombreux outils utiles, notamment de nombreuses options intégrées pour agréger les données afin de les utiliser dans des cartes. Toutefois, un certain nombre de ces options ou des méthodes définies par l'utilisateur doivent être étudiées afin de s'assurer que l'objectif de la carte et le message souhaité sont clairement présentés, d'une manière qui soit facile à interpréter par le public visé. Compte tenu de l'impact visuel du mode de fractionnement des classes choisi, il est en outre important, lors de la lecture de ce type de cartes statistiques, de les regarder d'un œil critique, afin de déterminer si les assertions qui ressortent de la carte ou du texte d'accompagnement sont réellement étayées par les données, ou si elles constituent un artefact, intentionnel ou non, lié aux choix d'agrégation faits par le concepteur de la carte.

Légendes

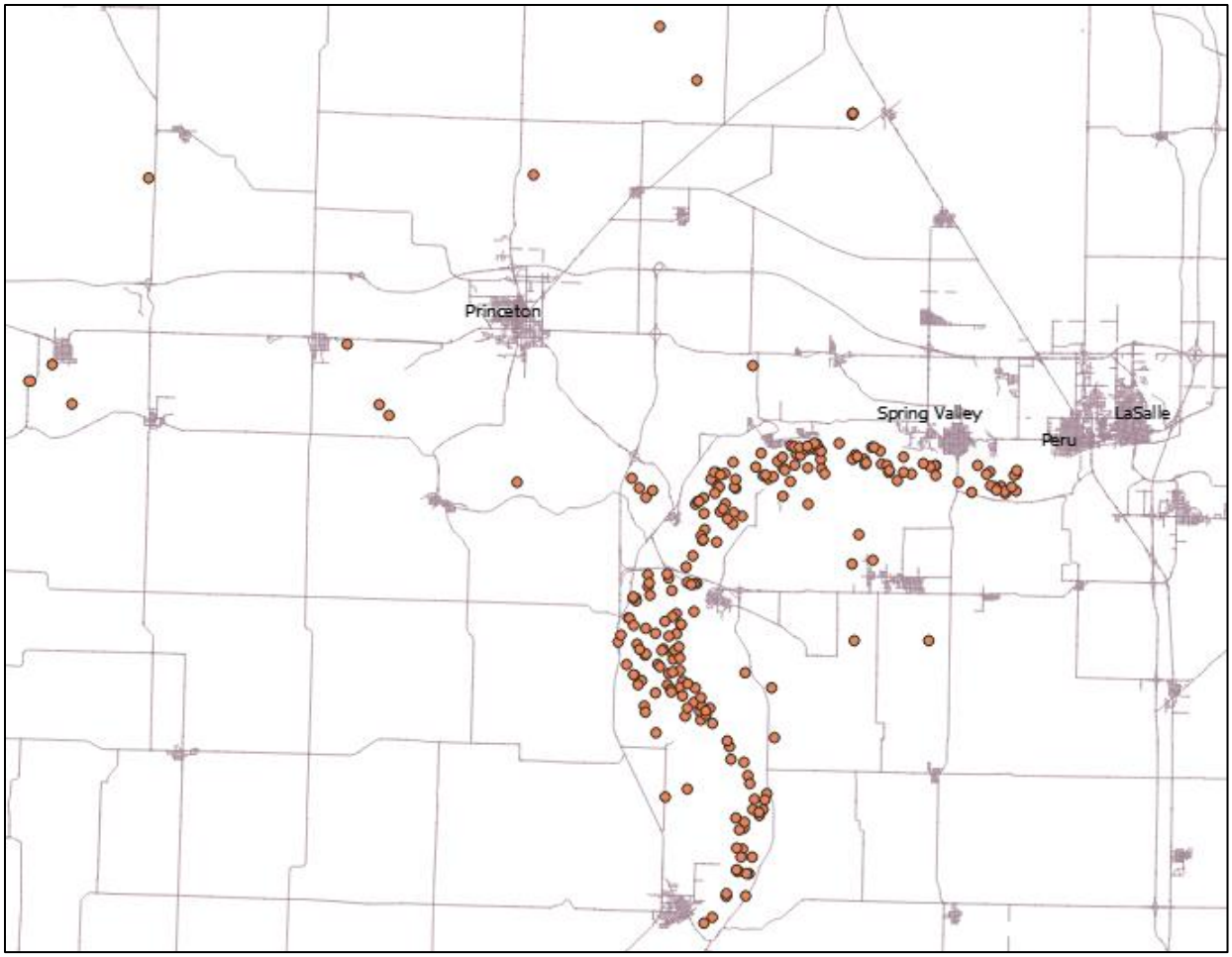
Les légendes sont définies comme des éléments de texte insérés dans la mise en page de la carte afin d'en améliorer l'esthétique ou, plus souvent, pour renforcer un message destiné à un public spécifique. Notre intérêt porte sur ce dernier cas. Les légendes permettant l'insertion de noms de villes ou de lieux importants sont potentiellement utiles et peuvent être particulièrement

importantes lorsqu'il s'agit de maladies de la faune sauvage ayant un potentiel zoonotique ou pouvant avoir un impact sur le bétail domestique. Nous allons montrer comment utiliser les légendes en nous servant des données de localisation de cas de maladie rapportés pour une région formée par deux comtés de l'Illinois et en représentant ces emplacements dans une couche de points.

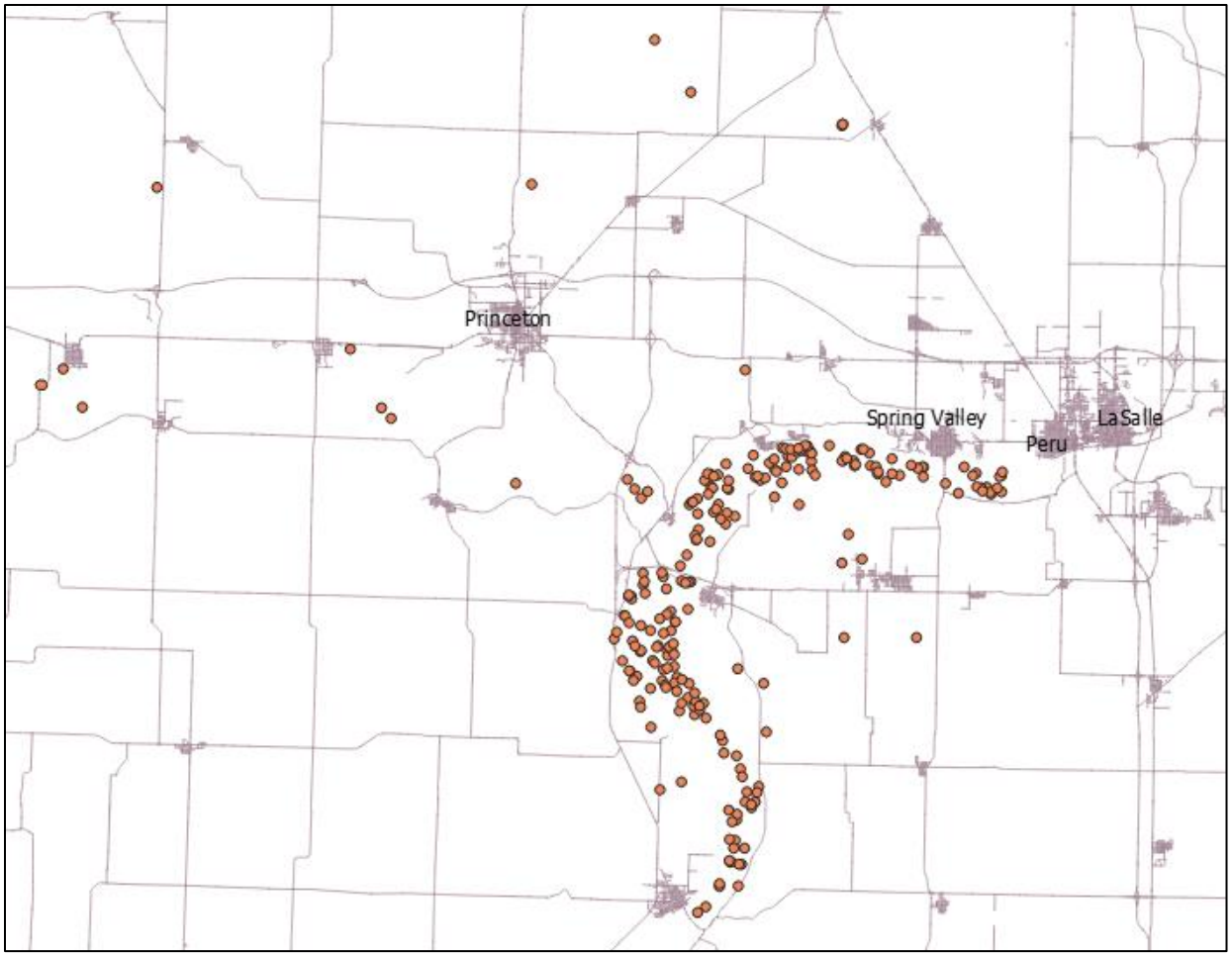
Notre première carte montre simplement les routes et l'emplacement des cas de maladie rapportés. La carte présente de manière appropriée les informations spatiales liées à ces cas, mais leur importance n'apparaît pas immédiatement. Cette carte peut donc être améliorée.



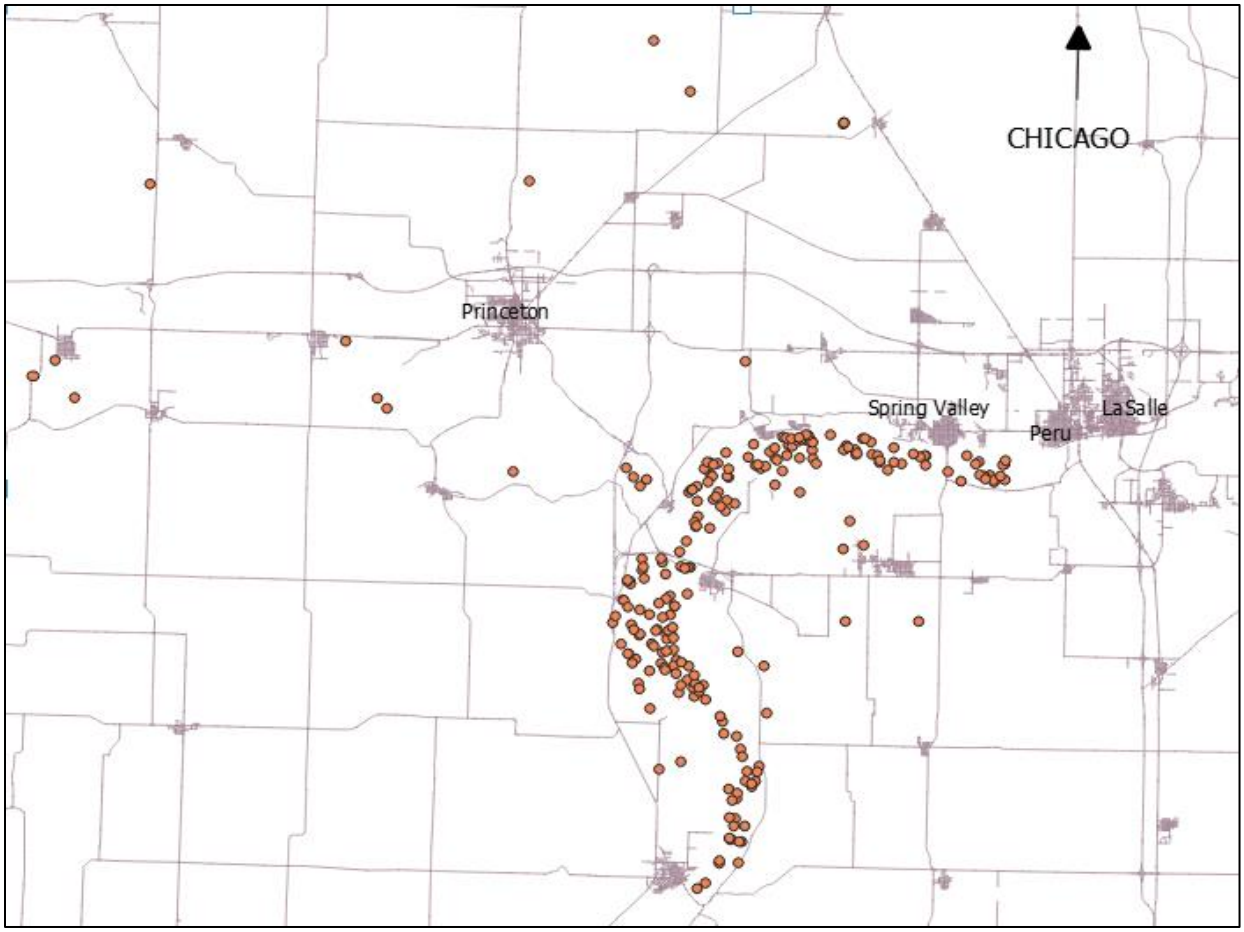
Nous pouvons ajouter les noms des villes et villages de la zone afin de permettre au lecteur de la carte de visualiser les risques pour l'homme ou les animaux domestiques associés à ce foyer de maladie de la faune sauvage. La carte suivante contient des légendes pour les noms des villes. Toutefois, cette carte met toujours en évidence les informations de localisation des cas de maladie, les légendes étant à un niveau trop bas de la hiérarchie visuelle.



Pour que les noms des villes remontent dans la hiérarchie visuelle, nous allons augmenter la taille de police des légendes dans la carte suivante. La mise en valeur des noms des villes dans la mise en page de la carte permet au lecteur d'être visuellement attiré par les légendes, puis vers les emplacements des cas de maladie. Intrinsèquement, cela doit conduire l'observateur à relier mentalement ces informations spatiales, puis à commencer à évaluer le risque que représente ce foyer pour les régions plus densément peuplées de la carte.



Cette carte finale peut convenir en l'état, en particulier si le public visé possède les connaissances requises de la zone locale et est capable de comprendre l'importance de ces villes. Mais il se peut que la carte soit destinée à solliciter des ressources auprès d'un organisme public pour des mesures d'intervention en réponse à la maladie. Les décideurs au niveau de l'État peuvent ne pas être convaincus que ce foyer nécessite l'allocation de ressources, étant donné que cette carte présente le problème à un niveau local essentiellement. Cela se révèle problématique car une augmentation de l'échelle de la carte qui, certes, aiderait à replacer ce foyer dans un contexte plus approprié (c'est-à-dire à l'échelle de l'Etat) conduirait simultanément à une perte de clarté des informations de localisation (avec des points qui, en l'occurrence, se chevaucheraient). Dans ces cas, une ou des légendes supplémentaires peuvent parfois être particulièrement utiles. Dans notre exemple, nous allons ajouter une légende qui indique la direction vers Chicago, la ville la plus peuplée de l'Illinois. Nous utiliserons une police de grande taille afin que cette légende soit placée à un haut degré de la hiérarchie visuelle. Bien que Chicago soit éloignée de plusieurs centaines de kilomètres de ce site, l'insertion de son nom dans une légende amène le lecteur de la carte à faire un lien entre ce foyer et Chicago. Cette carte peut ainsi se montrer plus utile pour solliciter des ressources auprès de décideurs au niveau de l'Etat.



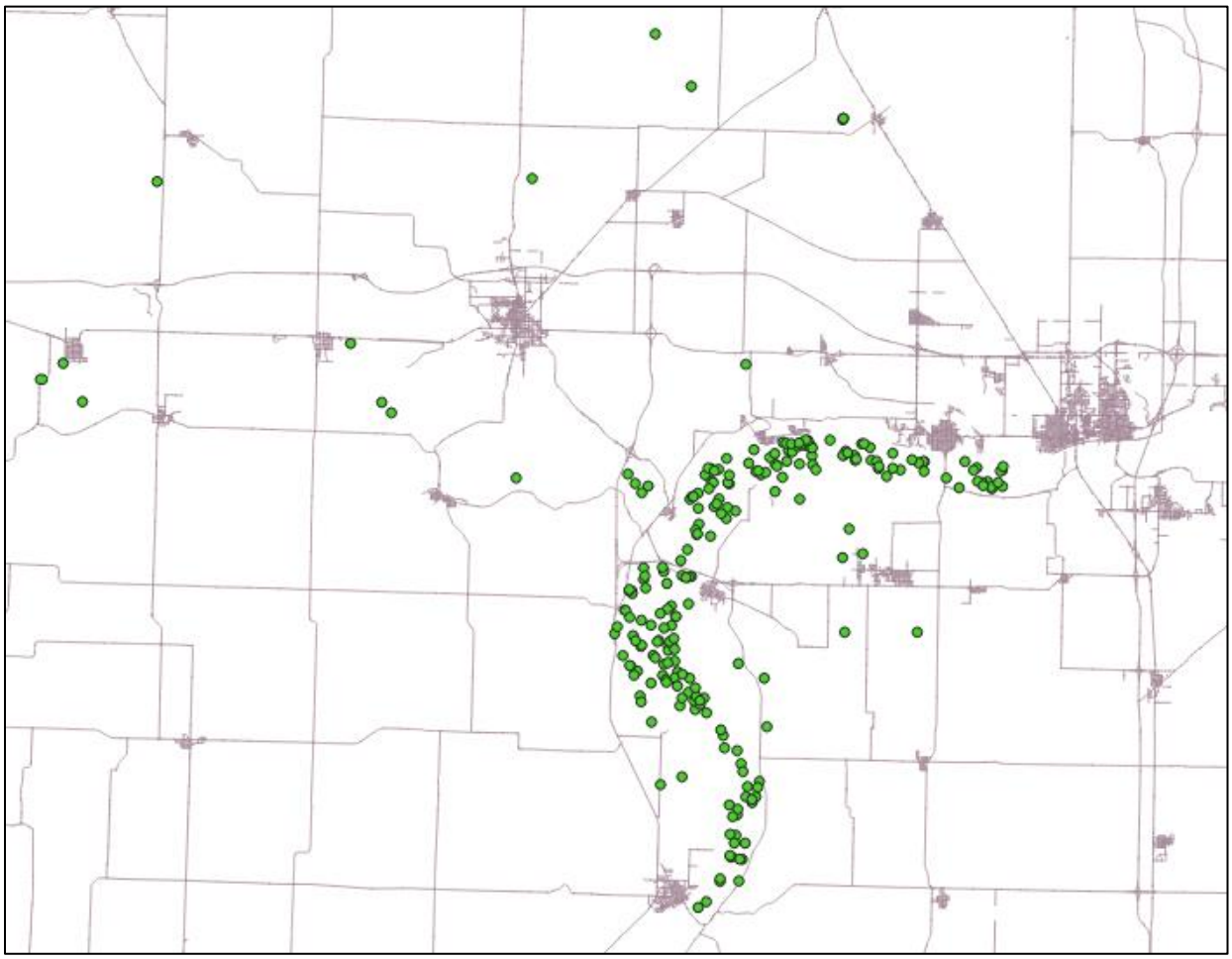
Le message clé est ici que l'objectif d'une carte, lorsqu'on cartographie des informations relatives à la santé de la faune sauvage, est souvent de sensibiliser les lecteurs de la carte aux risques. Il est essentiel de penser au public et à la manière dont il va appréhender les risques après avoir regardé la carte. L'utilisation des légendes fournit un outil pour améliorer efficacement la représentation cartographique d'une maladie, afin d'aider le lecteur à associer les informations de la carte relatives à la maladie avec le risque que celle-ci peut constituer pour des lieux ou des ressources de grande importance.

Choix des couleurs

Lors de la conception des cartes, de nombreux aspects interviennent dans le choix de la couleur des éléments cartographiques et sont susceptibles de renforcer ou d'affaiblir le message qu'une carte est censée transmettre. Chaque couleur est constituée de trois composantes : la teinte, la luminosité (ou valeur) et la saturation. La teinte est associée aux différentes longueurs d'ondes électromagnétiques et correspond à ce que nous associons normalement aux noms de couleur (soit rouge, vert, etc.). La luminosité ou valeur fait référence à la façon plus ou moins claire ou foncée avec laquelle la teinte est affichée et la saturation fait référence à la vivacité de la couleur. Ces trois composantes constituent les couleurs que l'observateur perçoit. La teinte et la luminosité sont les composantes qui sont généralement manipulées lors de la conception d'une carte ; il existe toutefois des cas où le choix du niveau de saturation est important. Il est également à noter que les humains ne peuvent distinguer qu'un nombre limité de nuances de couleurs. Il est donc préférable d'essayer de limiter le nombre de

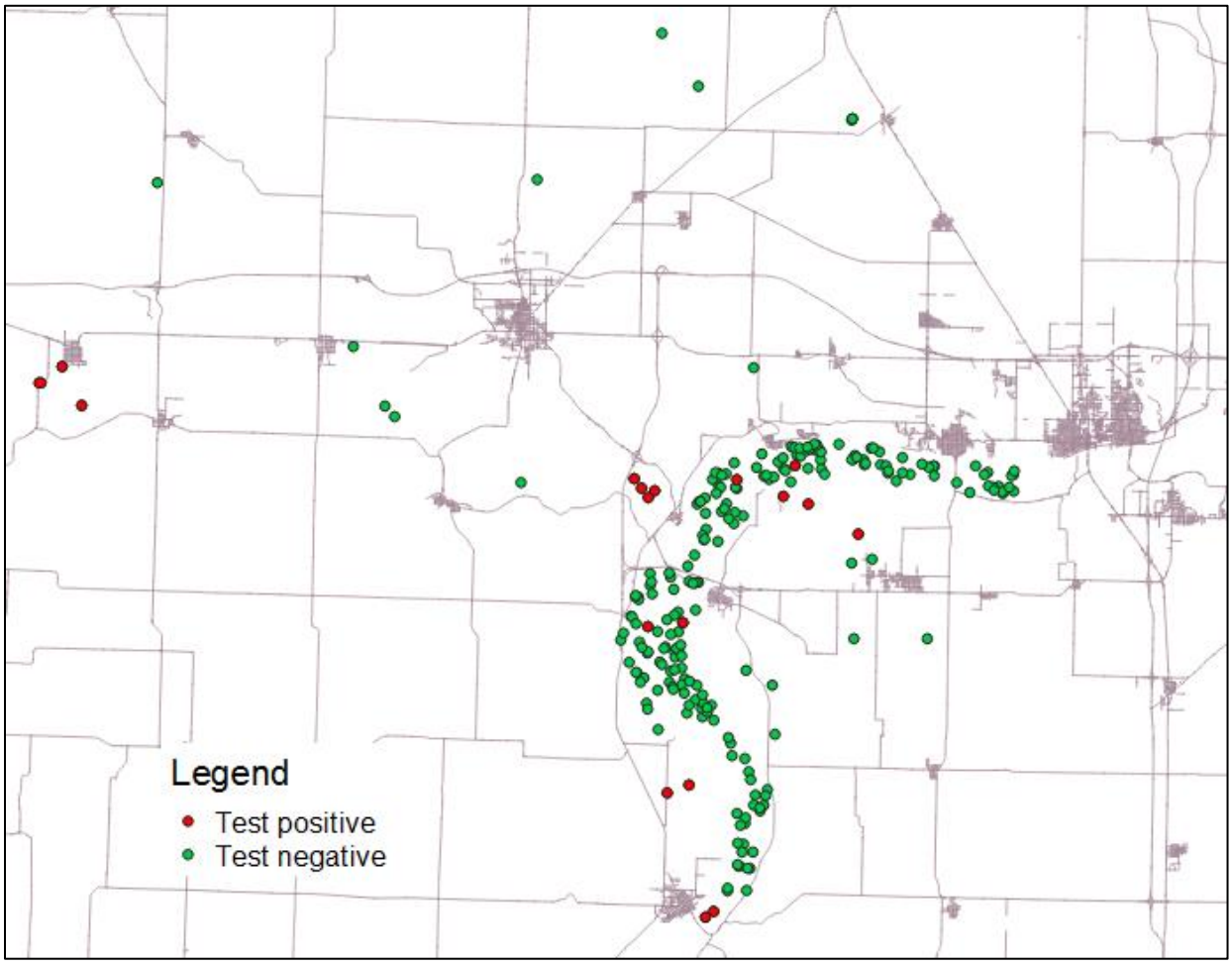
couleurs utilisées dans les cartes afin que les différences de couleurs et de classes auxquelles elles sont associées puissent être facilement distinguées lorsqu'on les regarde.

La représentation des résultats de la surveillance de maladies de la faune sauvage constitue une tâche courante de cartographie dans le domaine de la santé de la faune sauvage. En utilisant la même couche de points, supposons que ceux-ci indiquent les emplacements où des animaux ont été testés pour une maladie dans le cadre de mesures ciblées de surveillance. La carte ci-dessous indique uniquement la localisation des animaux qui ont été testés pour la maladie, mais n'apporte aucune information sur le statut sanitaire de chaque animal de l'échantillon. Elle peut être utile pour montrer aux résidents locaux les mesures d'échantillonnage mises en œuvre dans la région. Elle peut également être utile pour que le personnel de l'organisme évalue les lacunes spatiales de l'échantillonnage.

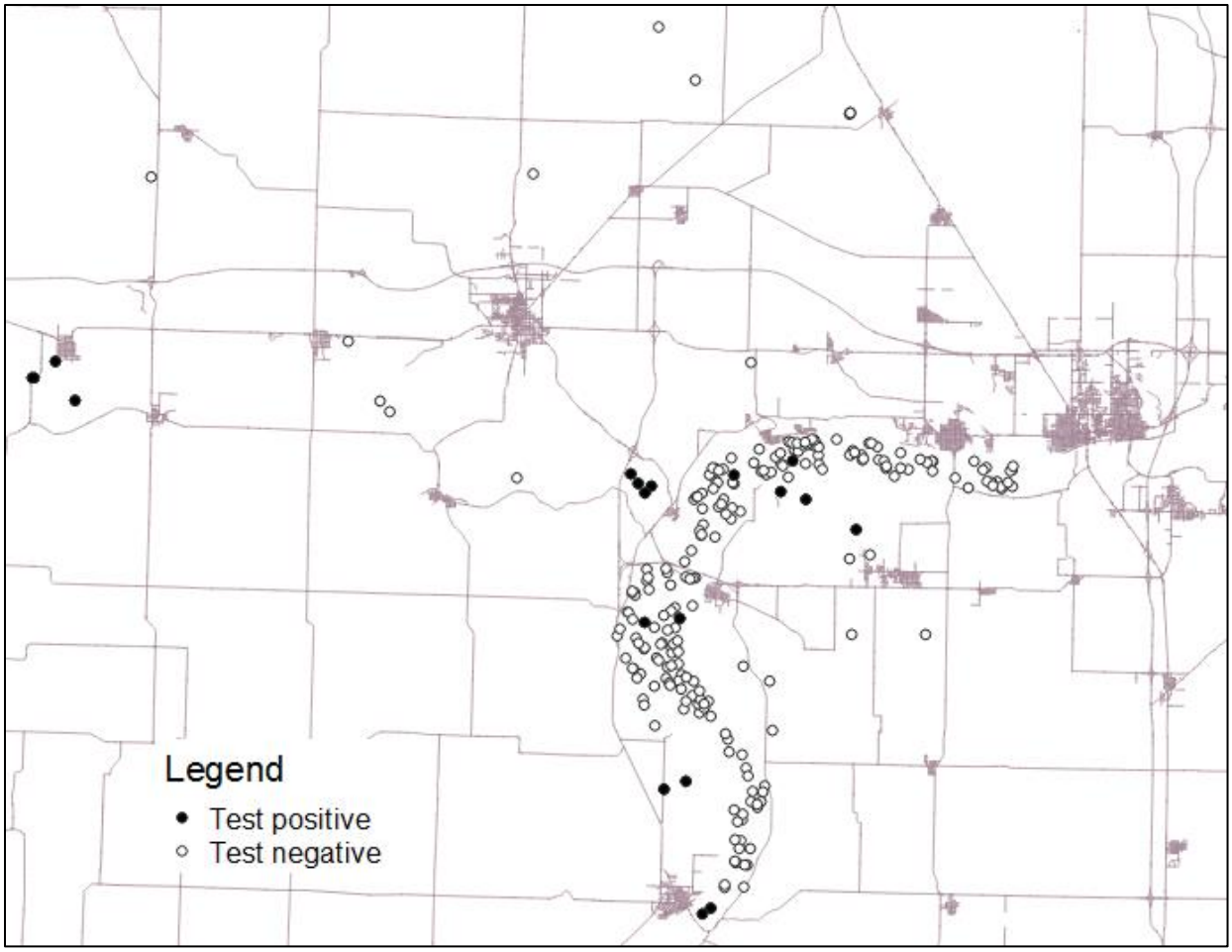


Supposons maintenant que nous souhaitions montrer la localisation de tous les animaux ayant été testés positifs. Ceci peut être effectué de plusieurs manières différentes, selon le message souhaité. Dans la carte ci-dessous, nous utiliserons des teintes différentes pour indiquer la localisation des animaux testés positifs ou négatifs. Les couleurs ont été choisies de manière à ce que les cas positifs (teinte = 359° sur la « roue chromatique », valeur/luminosité = 100 % et saturation = 100 %) soient distincts des cas négatifs (teinte = 141°, valeur/luminosité = 100 % et saturation = 80 %), sans toutefois se situer beaucoup plus haut dans la hiérarchie visuelle. Cette carte sera utile si son concepteur souhaite que le lecteur soit en mesure de distinguer les animaux positifs des animaux

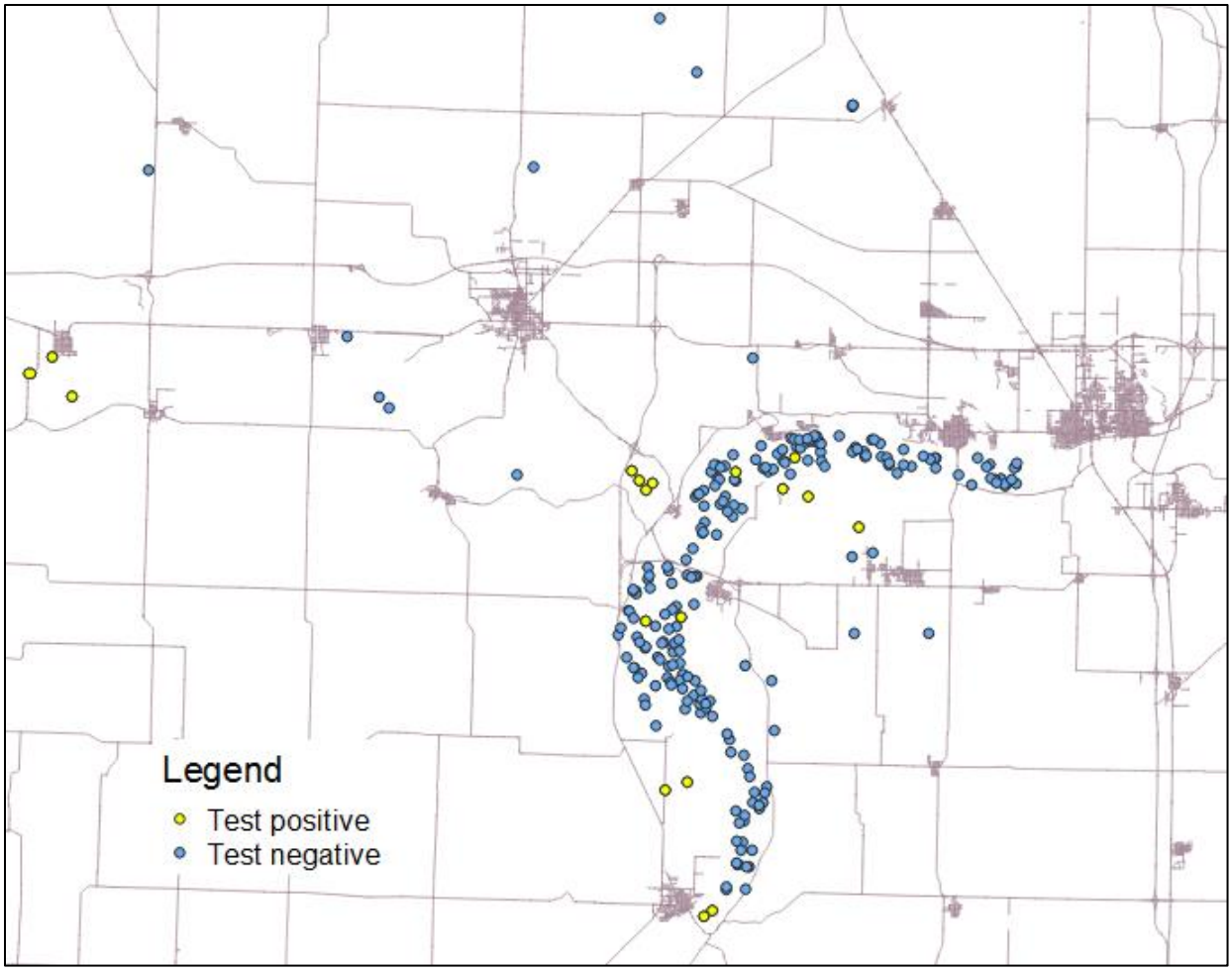
négatifs, mais veut néanmoins que les mesures globales de surveillance restent le message principal de la carte, sans qu'il y ait une fixation visuelle significative sur les animaux positifs.



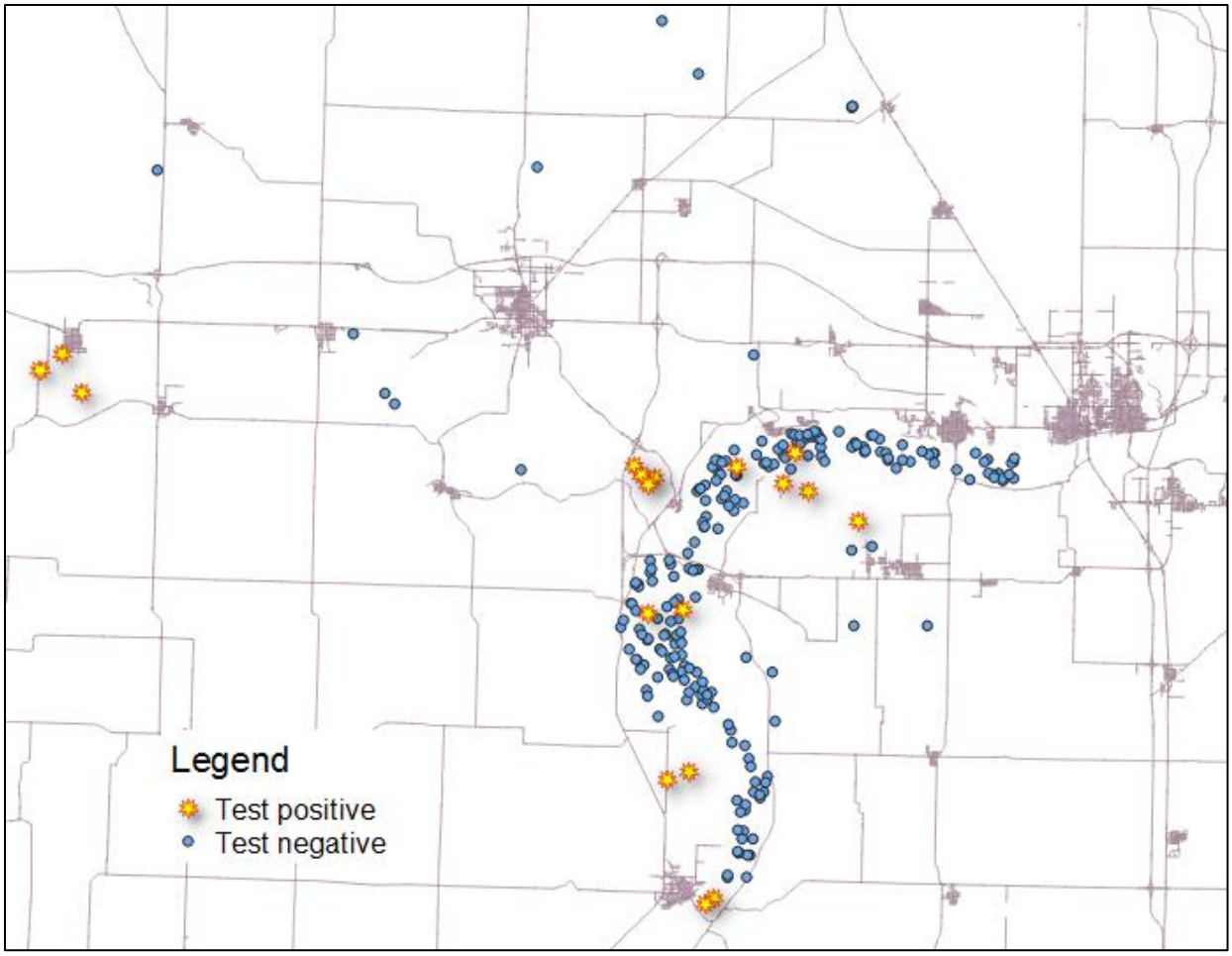
Si l'objectif de la carte est en revanche d'attirer l'attention sur les cas positifs, par exemple pour informer des risques, nous pouvons alors modifier notre sélection de couleurs pour que la localisation des cas positifs figure au sommet de la hiérarchie visuelle. Dans la carte ci-dessous, nous obtenons ce résultat en indiquant la localisation des cas positifs en noir (à savoir, teinte = 0°, saturation = 0 % et valeur/luminosité = 0 %) et celle des cas négatifs en blanc (c'est-à-dire, teinte = 0°, saturation = 0 % et valeur/luminosité = 100 %). Cette carte illustre toujours les mesures de surveillance ; celles-ci ne constituent toutefois plus le message principal, l'observateur devant consacrer plus de temps à étudier la carte pour vérifier ces informations.



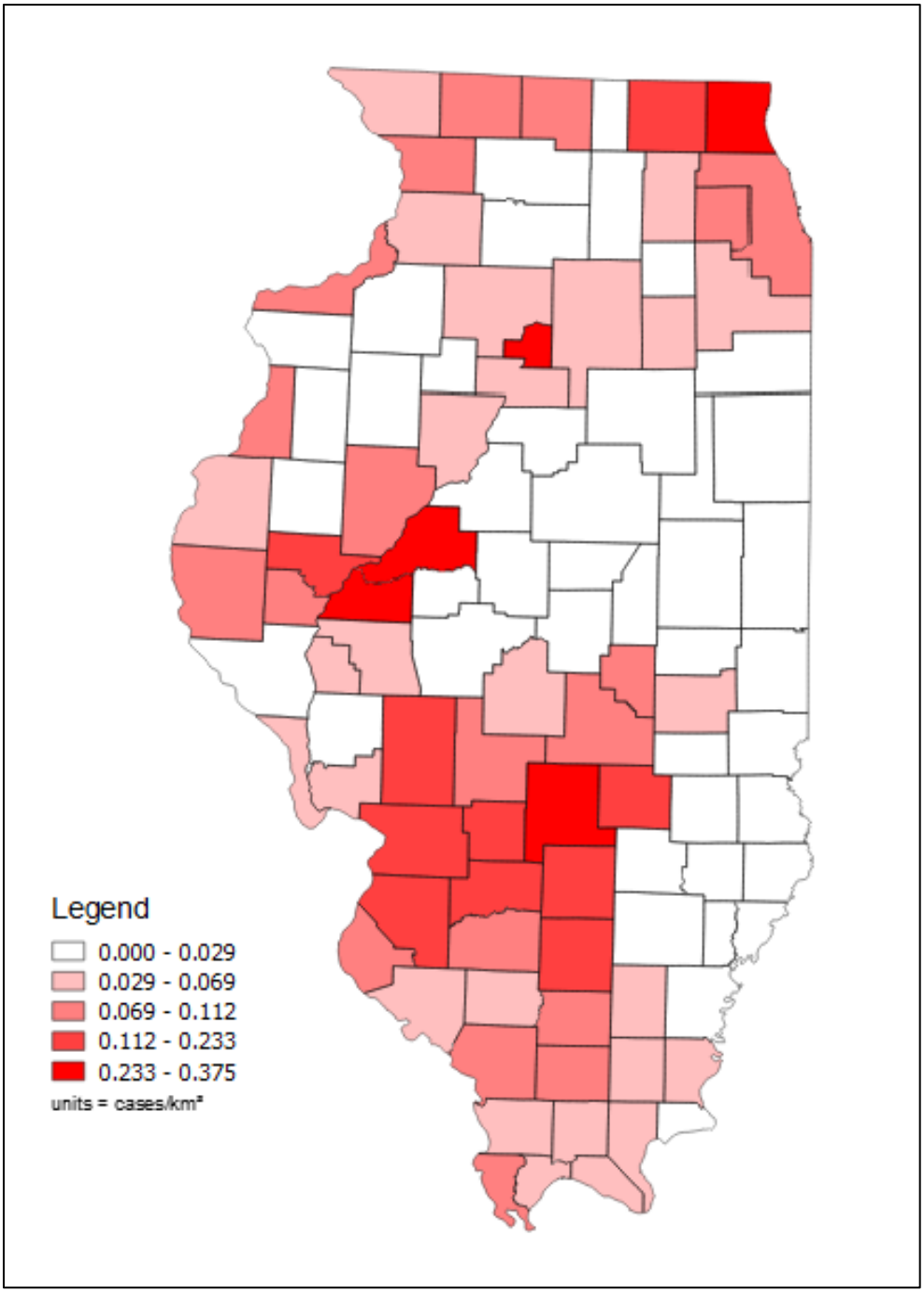
L'effet de la couleur peut également être accentué en augmentant/diminuant la taille des symboles. La modification de la taille des symboles permet d'utiliser une plus grande gamme de couleurs pour différencier les animaux testés positifs des négatifs, ce qui peut améliorer l'aspect esthétique de la carte. La carte ci-dessous utilise le jaune (teinte = 62°, saturation = 100 % et valeur/luminosité = 100 %) et le bleu (teinte = 211°, saturation = 56 % et valeur/luminosité = 93 %) pour montrer les emplacements. Le message de la carte reste le même que celui de la carte précédente et la hiérarchie visuelle des éléments reste inchangée, mais cette carte est plus attrayante.



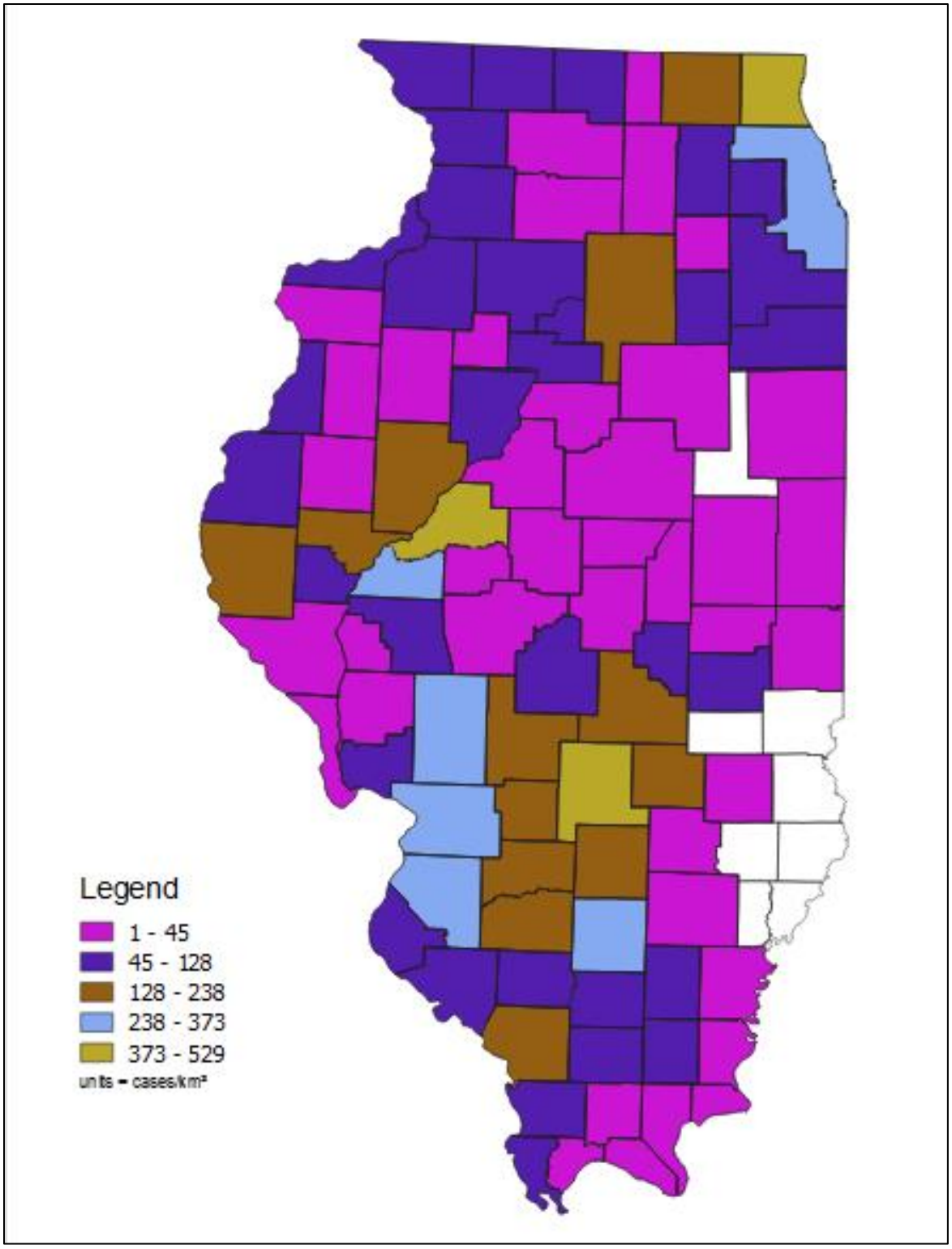
En plus de la couleur et de la taille des symboles, le type de symbole peut également être modifié pour faire ressortir les cas positifs. Le message transmis par la carte suivante est le même que celui des deux cartes précédentes, mais il rend la distinction entre les animaux positifs et les négatifs encore plus flagrante. Il est ainsi manifeste que le choix de la couleur est une décision essentielle lors de la conception d'une carte et dans les efforts mis à s'assurer que son message est clair et tel que souhaité.



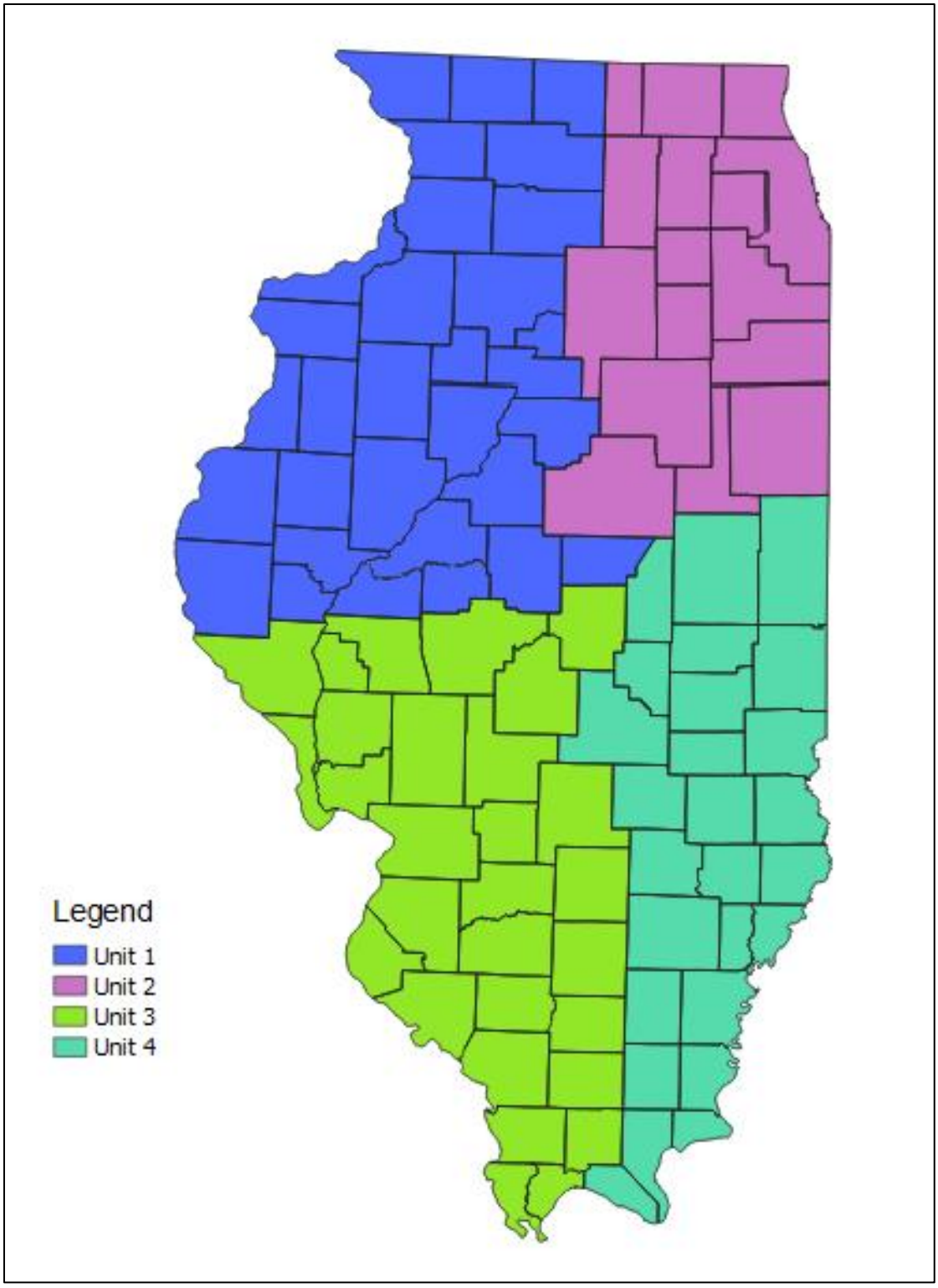
Nous avons déjà abordé l'utilisation de la couleur dans notre discussion sur la présentation de cartes statistiques. Les cartes choroplèthes utilisent notamment la couleur pour représenter des densités/taux à l'aide d'une palette qui associe un choix de couleur à chaque classe. La sélection d'une palette de couleur doit être faite avec soin, afin que la présentation des données soit logique. En général, lorsqu'on traite des données ayant un ordonnancement naturel (par exemple, un nombre de cas de maladies croissant), il est recommandé de choisir une teinte, puis de modifier la luminosité/valeur pour obtenir des couleurs différentes pour chaque classe, ce qu'on appelle un agencement séquentiel de couleurs. Lorsqu'on utilise cet agencement, les couleurs les plus foncées correspondent le plus souvent aux valeurs les plus élevées. Nous avons utilisé ce type de palette de couleurs précédemment lorsque nous avons sélectionné le rouge pour notre teinte et que nous avons créé 5 couleurs différentes en modifiant la luminosité, les couleurs les plus foncées correspondant aux comtés ayant le plus grand nombre de cas/km^2. QGIS met à disposition un certain nombre de palettes de couleurs intégrées qui sont visuellement attractives et ne nécessitent pas de construction manuelle.



Bien que les programmes SIG offrent la possibilité d'utiliser n'importe quelle couleur de la palette pour des données ordonnées, il est vivement recommandé de ne pas céder à la tentation d'essayer et de créer une carte visuellement époustouflante en utilisant de nombreuses teintes sans aucun ordre logique, ce qu'on appelle un agencement qualitatif de couleurs. Ce type de palettes de couleurs perturbera le lecteur et brouillera le message de la carte. L'image ci-dessous montre une carte de ce type dans laquelle nous avons remplacé la palette de couleurs utilisée dans la carte ci-dessus et représenté les différentes classes avec des teintes variées. Bien que cela puisse être intéressant sur le plan artistique, l'ordonnancement naturel des données n'apparaît plus et le message véhiculé par la carte est perdu.

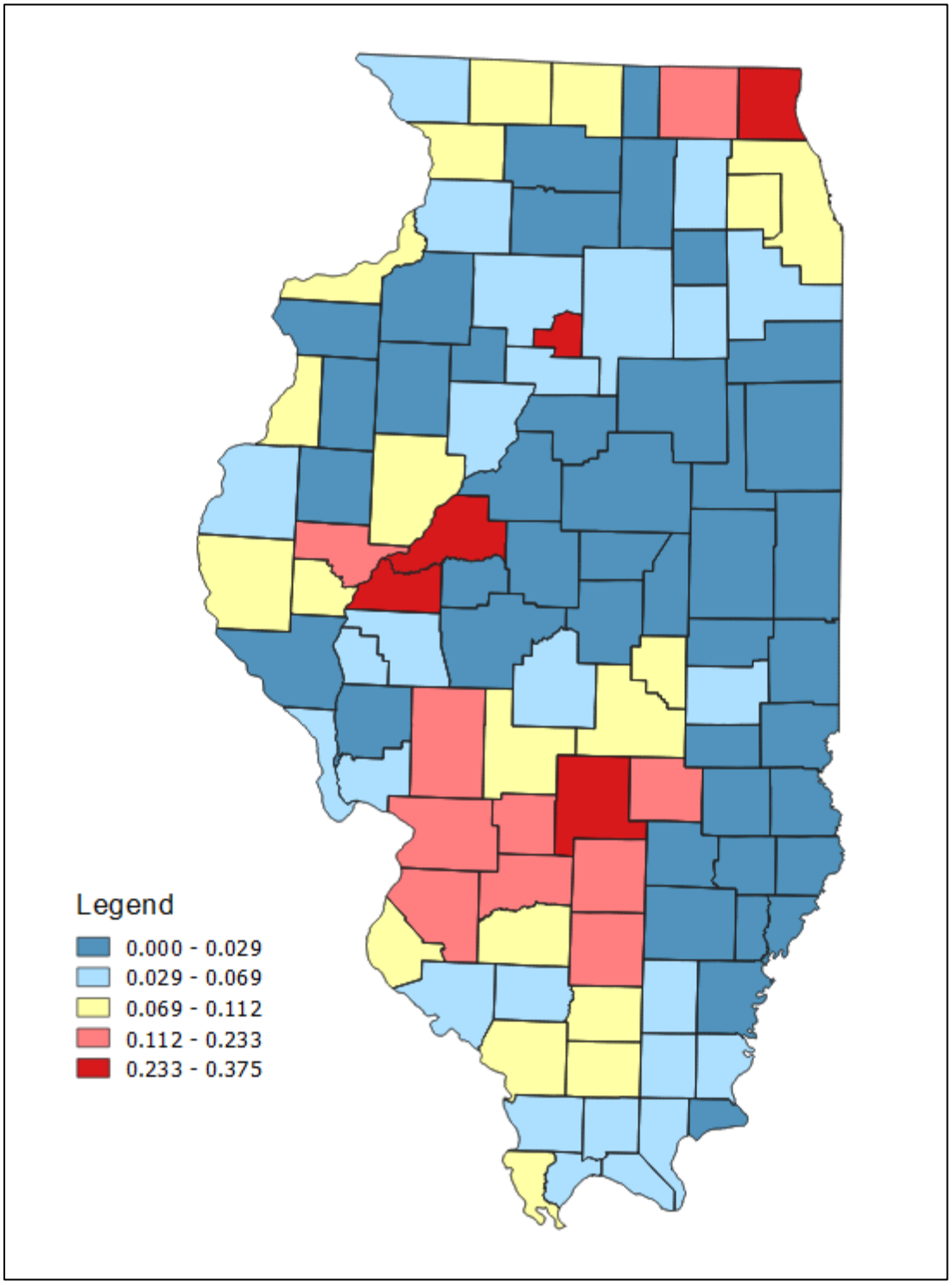


Même si l'agencement qualitatif de couleurs utilisé ci-dessus est inapproprié pour des données ayant un ordonnancement naturel, il peut être très utile si la carte représente des données catégorielles non ordonnées (par exemple, la couverture terrestre). Dans la carte ci-dessous, nous montrons l'unité administrative de l'agence sanitaire de la faune sauvage à laquelle appartient chaque comté. Ces informations peuvent être utiles pour coordonner les mesures de réponse sanitaires.



L’agencement qualitatif de couleurs fonctionne bien pour cette information car, même si un numéro est associé à chaque unité administrative, il n'y a pas d’ordonnancement logique associé à celui-ci. Ainsi, différentes teintes peuvent être utilisées ensemble et la carte relaie toujours clairement le message souhaité.

Un autre agencement de couleurs utile est l'agencement divergent. Ce modèle est principalement utilisé pour montrer une évolution. Deux couleurs différentes sont utilisées pour chaque extrémité des valeurs de classes (par exemple, bleu = classe la plus basse et rouge = classe la plus élevée), puis la luminosité/valeur de ces couleurs est réduite à mesure qu'elles se rapprochent du milieu de la gamme. La classe moyenne est présentée avec la couleur la plus claire. La carte ci-dessous montre l'utilisation d'un agencement divergent pour représenter le nombre de cas par comté.



Bien que la carte ci-dessus utilise deux teintes différentes, cela n'entraîne pas de confusion pour le lecteur de la carte, contrairement à l'agencement qualitatif de couleurs, car la palette de couleurs présente une structure logique. La couleur la plus claire correspond à la classe contenant le taux moyen de cas. Les teintes bleues représentent les comtés pour lesquels le taux de cas est inférieur à la moyenne, et les teintes rouges correspondent aux comtés où le taux de cas est supérieur à la moyenne. Ainsi, l'observateur peut parcourir rapidement la carte et identifier les comtés où le taux se situe au-dessus ou en-dessous de la moyenne, ceux qui se trouvent aux extrêmes étant à un niveau élevé dans la hiérarchie visuelle (en l'occurrence les rouges et les bleus plus foncés). Les agencements divergents sont des outils utiles lorsque l'objectif de la carte est de montrer des zones différentes de la « normale » ou de la « moyenne » ou ayant évolué à certains égards.

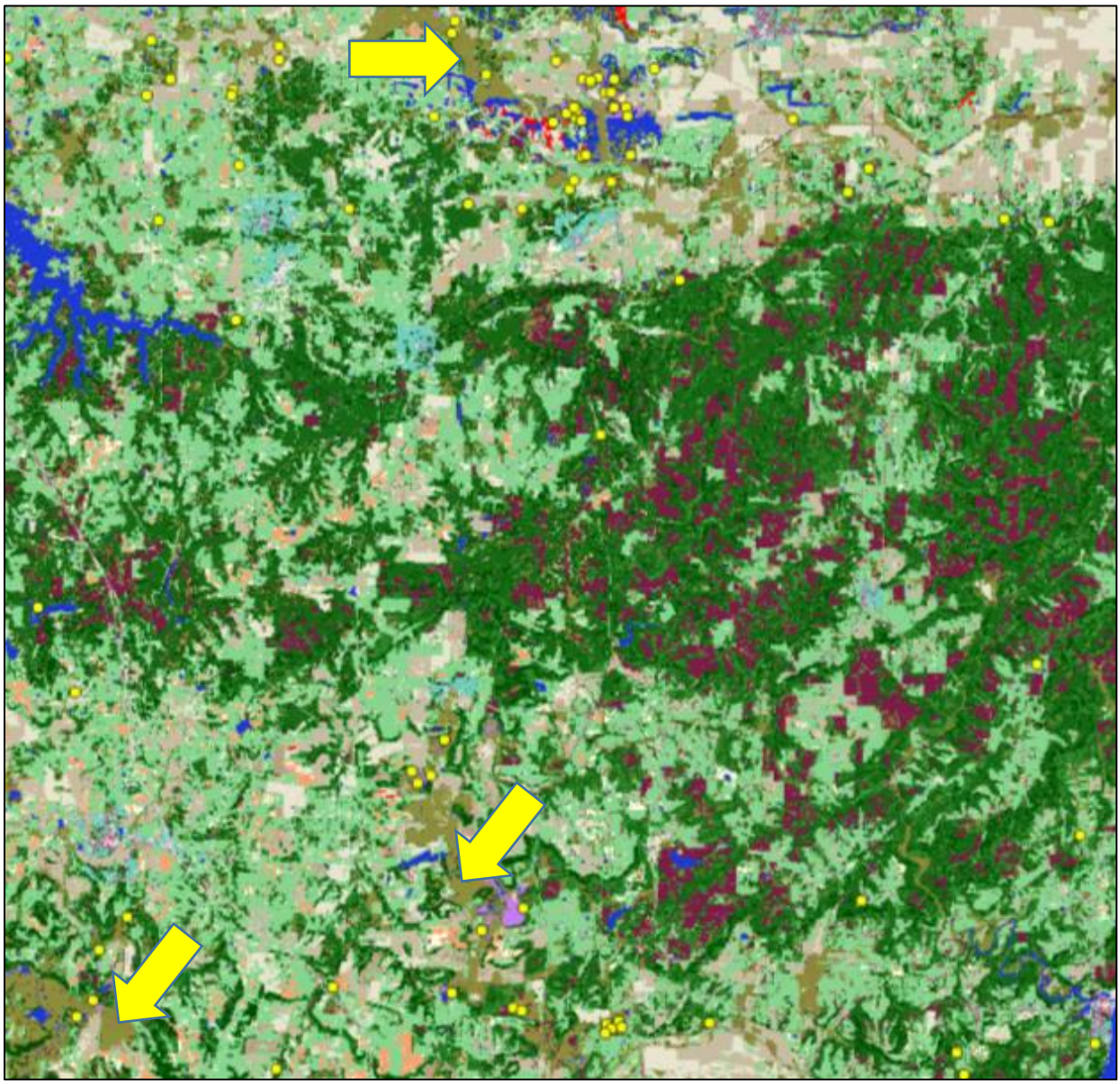
Pour toutes les considérations de couleur que nous avons abordées, il est également important de comprendre de quelle manière la perception d'une couleur par l'observateur sera influencée par les couleurs environnantes sur la carte. Ce phénomène est appelé contraste simultané et est défini comme l'effet visuel qui provoque une accentuation du contraste entre des couleurs juxtaposées. Un exemple simple de contraste simultané est présenté ci-dessous. Quels rectangles verts sont de la même couleur ?

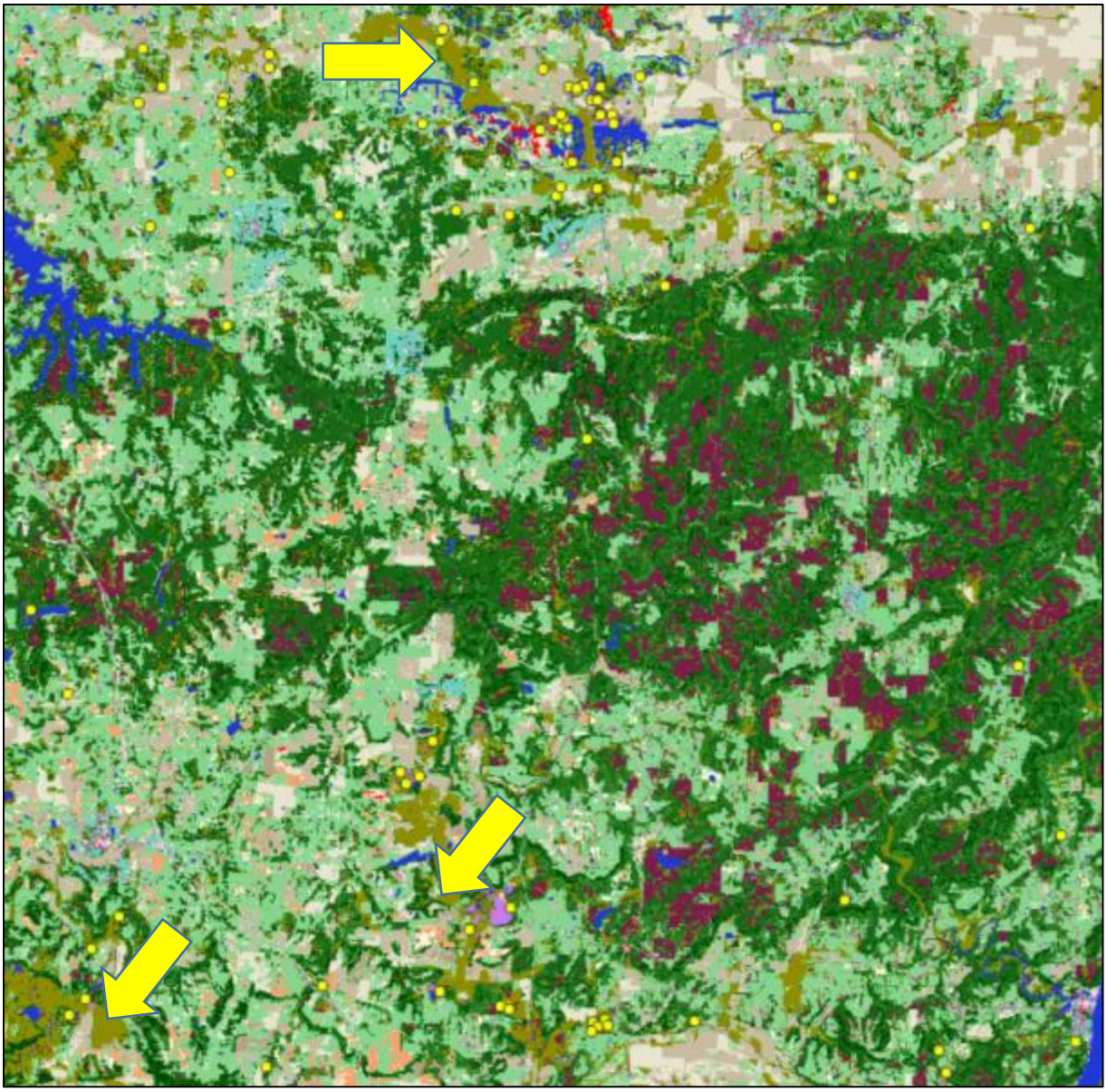
La couleur des rectangles verts dans le premier groupe de blocs est en réalité la même mais, pour la plupart des observateurs, elles semblent différentes (le rectangle de droite apparaissant plus jaune), uniquement en raison de leur arrière-plan. Les rectangles verts du deuxième ensemble de blocs sont en réalité différents mais, pour la plupart des observateurs, ils semblent identiques. Ces mêmes rectangles sont présentés ci-dessous côte à côte, afin de mettre en évidence leur différence ou l'absence de différence.

Le contraste simultané peut avoir un impact sur le message transmis par une carte si les lecteurs ne peuvent pas distinguer les différences réelles, s'ils perçoivent des différences de couleur qui n'existent pas ou si cet effet altère involontairement la hiérarchie visuelle de la carte. Cela peut conduire à ce que le lecteur attribue une mauvaise classe à une région ou à ce que le message de la carte soit brouillé. Ce problème est des plus délicats lorsque certaines régions sont entièrement entourées par une couleur très contrastée. Il peut s'avérer impossible d'éviter totalement les effets de contraste simultané, la localisation spatiale des données conditionnant le positionnement des couleurs sur une carte. Toutefois, faire des essais sur la carte avec des couleurs variées aidera à identifier les zones où ce phénomène peut se produire et pourrait être évité avec un choix de couleur différent.

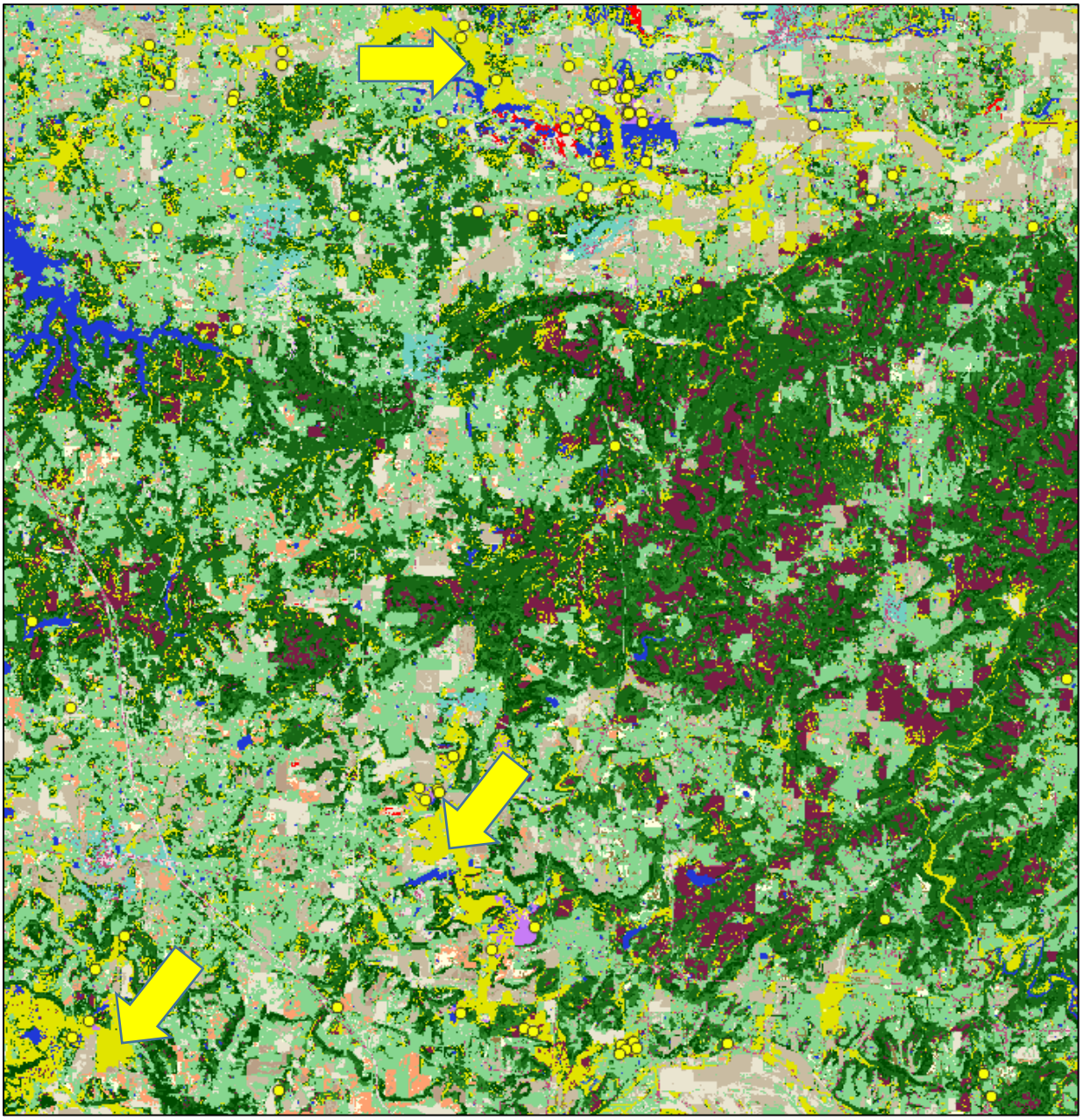
Le choix des couleurs peut également s'avérer crucial lorsque des zones de première importance sont petites par rapport à la taille de la carte. Ces zones risquent de disparaître visuellement et d'être noyées par les entités qui dominent la carte. Dans la carte qui suit, nous avons représenté les emplacements des cas de maladies dans le sud de l'Illinois par des points jaunes. Nous avons également inclus une couche de couverture terrestre basée sur des informations issues de : Illinois Natural History Survey's 1999-2000. 1:100 000 Scale. Illinois Gap Analysis Land Cover Classification,

Raster Digital Data, Version 2.0, September 2003. L'objectif de cette carte est de réaliser une évaluation qualitative de l'hypothèse scientifique selon laquelle le type de couverture terrestre peut avoir une influence sur la distribution des cas de maladie. Les catégories de zones humides sont rares mais peuvent avoir une importance, vu le regroupement de points à proximité de ces zones. Comme il s'agit toutefois de régions de taille restreinte, elles sont difficiles à distinguer avec le choix de couleur actuel (flèches jaunes). Pour faire mieux ressortir ce type de couverture terrestre, nous allons les mettre plus en évidence en utilisant des couleurs à saturation élevée. Dans la carte d'après, nous utiliserons exactement la même teinte et la même luminosité, mais nous aurons augmenté la saturation à 100 %. Les zones humides figurant sur la carte seront désormais plus faciles à distinguer.





Cet effet peut être encore accentué en augmentant également la luminosité/valeur de la couleur. Pour la dernière carte, nous avons également augmenté la luminosité, ce qui nous permet désormais de voir clairement des zones humides plus nombreuses au sein des régions boisées en vert foncé, zones qui étaient difficiles à distinguer auparavant. Par conséquent, lorsqu'il y a des zones de petite taille mais de grande importance dans une carte, une bonne pratique consiste à utiliser des couleurs avec une valeur de saturation élevée afin de s'assurer que ces zones ne se perdent au milieu de toutes les couleurs représentées. Dans notre exemple, les zones humides peuvent constituer des éléments importants dans l'écologie de la maladie que nous étudions (par exemple, zone de reproduction pour les vecteurs). Ne pas être en mesure de les visualiser facilement sur notre carte pourrait conduire à exclure des hypothèses pertinentes concernant l'influence de la couverture terrestre sur l'étiologie de la maladie.



Nous conclurons notre discussion sur le choix des couleurs en encourageant une réflexion approfondie sur l'importance potentielle qu'une couleur peut avoir pour le public visé. L'utilisation judicieuse de la couleur pour des éléments particuliers d'une carte permet parfois de tirer parti des réponses émotionnelles des individus aux couleurs. Plus tôt dans cette formation, nous avons ainsi largement utilisé la couleur rouge pour présenter nos cas de maladie. Il s'agissait d'un choix intentionnel car, dans de nombreuses régions du monde, le rouge est associé à un avertissement ou au feu, ce qui correspond à l'objectif des cartes d'informer sur le risque sanitaire pour les populations humaines ou animales (animaux domestiques ou sauvages) et souligne la nature dramatique des données. Les réponses émotionnelles des individus aux couleurs peuvent toutefois varier selon différentes caractéristiques démographiques intrinsèques. Une fois encore, il est donc essentiel de connaître le public visé pour s'assurer que le choix des couleurs aura vraisemblablement l'effet souhaité et renforcera le message que les cartes essaient de transmettre.

En résumé, pour tirer vraiment parti des cartes comme outil de communication pour la diffusion des informations relatives à la santé de la faune sauvage, il est essentiel de définir clairement les objectifs de la carte, le message qu'elle est censée transmettre et le public qu'elle vise à informer ou à influencer. Ces informations constitueront le fondement sur lequel faire des choix judicieux pour concevoir la carte. La conception de cartes de qualité est un processus itératif, fait d'essais et d'erreurs, et il est nécessaire d'expérimenter pour arriver aux meilleurs choix. Il est également utile de solliciliter une critique de la carte par des tiers susceptibles d'évaluer si la carte transmet le message approprié d'une manière simple à comprendre par le public. En fin de compte, une carte bien construite peut être l'un des outils scientifiques les plus utiles dans le domaine de la santé de la faune sauvage pour informer et influencer les scientifiques, le personnel des organismes, le grand public et les décideurs.

Conclusion

Dans cette section, nous n'avons proposé qu'une brève introduction sur le concept et l'utilisation des SIG pour la diffusion de données. Notre intention dans cette section était de fournir un guide simple et facile à utiliser afin d'aider les lecteurs intéressés à faire leurs premiers essais de SIG pour diffuser et exploiter les informations relatives à la santé de la faune sauvage dont ils disposent. La cartographie est à la fois un art et une science et nous ne nous attendons pas des lecteurs qu'ils deviennent des experts sur la seule base de cette formation. Il existe toutefois de nombreuses possibilités de formation disponibles via Internet, dans des manuels et des didacticiels qui peuvent être utilisées pour compléter les fondations que nous avons posées au cours de cette formation et pour tirer pleinement partie des fonctionnalités des SIG en les appliquant à la santé de la faune sauvage.

Nous avons intentionnellement déployé des efforts importants pour non seulement décrire la façon d'utiliser certains des outils SIG disponibles, mais aussi pour les utiliser efficacement grâce à des choix de conception appropriés. Notre intention était également d'aider les lecteurs à se former à la cartographie afin, non seulement, de les encourager à utiliser cet outil pour leurs enquêtes sur la santé de la faune sauvage, mais également pour leur permettre d'évaluer de manière plus critique les cartes créées par d'autres. Les cartes comportent toutes des imprécisions intrinsèques résultant de la projection cartographique, de la suppression par souci de clarté de certains éléments géographiques, des choix d'agrégation, du choix des couleurs, etc. Un lecteur de carte averti peut évaluer si ces inexactitudes, qu'elles soient intentionnelles ou non, ont une influence ou altèrent les informations. Compte tenu de l'importance que nous accordons aux cartes et du fait qu'elles sont souvent considérées comme étant des documents irréfutables, il est essentiel de les regarder de manière critique et d'être conscient qu'elles sont le résultat des nombreux choix effectués par le concepteur de la carte et que, par conséquent, elles peuvent refléter les préférences, les intentions et les croyances de cette personne. En outre, en reconnaissant que les cartes que nous créons présentent aussi ces défauts, nous pouvons nous efforcer de minimiser ces effets et d'utiliser les cartes pour diffuser efficacement des informations, dans l'intérêt de la santé de la faune sauvage.

Plan de communication relatif aux foyers de maladies de la faune sauvage

Introduction

Les foyers de maladies de la faune sauvage peuvent avoir des conséquences importantes sur la santé publique, sur les espèces animales utilisées dans l'agriculture et sur les populations d'animaux sauvages. Les maladies infectieuses émergentes (par exemple le SRAS ou l'influenza aviaire) peuvent être particulièrement difficiles à gérer, les circonstances entourant les foyers de maladies étant susceptibles de varier en fonction de nombreux facteurs, dont le type d'agent pathogène, le niveau d'exposition, le mode de transmission, etc. La planification et la préparation anticipée d'une situation d'urgence face à une maladie infectieuse est essentielle pour une réponse efficace, car les événements peuvent évoluer rapidement et de manière imprévisible. Une communication efficace est un élément essentiel de la gestion des foyers de maladie et nécessite l'élaboration d'un plan de communication relatif aux foyers de maladies. En outre, en raison de l'impact multi-sectoriel des maladies de la faune sauvage, la communication et la coordination entre les organismes, les parties prenantes et les différents secteurs lors de foyers de maladie prennent de plus en plus d'importance. Cela, ajouté à la vitesse à laquelle les informations peuvent être partagées au niveau mondial, exige que des autorités compétentes coordonnent et communiquent clairement, rapidement et de manière crédible sur les risques encourus par les animaux, les humains et l'environnement.

Un bon plan doit être suffisamment souple pour répondre à tout type de foyer de maladie et doit, entre autres :

- décrire et attribuer les rôles et les responsabilités pour différents scénarios de foyer de maladie ;
- désigner qui est responsable de la conduite de la réponse ;
- désigner qui est responsable de la mise en œuvre des différentes actions ;
- désigner qui doit être consulté pendant le processus ;
- déterminer qui a besoin d'être informé de ce qui se met en place ;
- désigner qui sera le porte-parole principal et qui le remplacera pour différents scénarios ;
- inclure des procédures pour la vérification, l'autorisation et la validation des informations publiques ;
- inclure des procédures de coordination avec les parties prenantes et les partenaires importants (par exemple avec d'autres organismes gouvernementaux, avec les forces de l'ordre, le personnel de gestion des urgences ou les représentants élus) ;
- inclure des messages de communication sur les risques pour le public et les parties prenantes ;
- inclure une stratégie de communication avec les médias et des méthodes de suivi de ce que rapportent les médias et les médias sociaux, les publications, etc.

Elaboration d'un plan de communication

En 2011, les Pays membres de l'OIE ont adopté des normes internationales relatives à la communication des Services vétérinaires et des services chargés de la santé des animaux aquatiques. Les dispositions pertinentes figurent respectivement dans la section traitant de la qualité des services, du Code sanitaire pour les animaux terrestres (chapitre 3.3, section 3) et du Code sanitaire pour les animaux aquatiques (chapitre 3.2, section 3). De plus, l'OIE a élaboré, en collaboration avec l'Organisation mondiale de la santé (OMS), un manuel de communication pour les services vétérinaires (www.oie.int/communication_handbook), afin d'aider les Pays membres à renforcer leur savoir-faire et leurs compétences en matière de communication et de favoriser le réseautage entre les secteurs. Les lecteurs sont invités à consulter ces ressources ainsi que d'autres ressources présentées à la fin de ce chapitre qui seront utiles pour élaborer de solides plans de communication relatifs aux risques. En outre, le *Tableau 7* ci-dessous présente une checklist pour un plan de communication relatif aux foyers de maladies ou en situation d'urgence.

TABLEAU 7. CHECKLIST POUR UN PLAN DE COMMUNICATION RELATIF AUX RISQUES EN SITUATION D'URGENCE *
Approbation signée par les hauts responsables
Lignes directrices et responsabilités du personnel pour les équipes de communication
Procédures internes de vérification et d'autorisation/approbation des informations
Accords sur les autorisations de publication d'informations (qui publie quoi/quand/comment ?)
Listes de contacts des médias
Procédures de coordination avec les équipes d'intervention sur le terrain
Porte-paroles désignés
Numéros de téléphone en dehors des heures de travail des équipes d'intervention d'urgence
Coordonnées des autres organismes et partenaires
Accords/protocoles d'entente/procédures pour former des équipes de réponse conjointes et/ou les coordonner
Procédures pour garantir les ressources nécessaires en permanence
Méthodes identifiées de diffusion de l'information à tous les publics (partenaires, parties prenantes, société civile) par le biais du courrier électronique, des médias, des médias sociaux, des communiqués de presse, des brochures et fiches techniques, etc.
*** Adapté de la liste de contrôle du CDC (Centers for Disease Control and Prevention) Crisis Emergency Risk Communications :** **https://emergency.cdc.gov/cerc/resources/templates-tools.asp**

Coordination inter-institutions

Comme mentionné, lorsqu'une urgence sanitaire ou un foyer de maladie grave survient, il est nécessaire de mettre en œuvre une démarche de communication et de coordination efficace entre les parties prenantes, en particulier dans les secteurs de la santé publique, vétérinaire et environnementale/de la faune sauvage. Cela garantira que tous les partenaires clés soient tenus informés de l'état de la situation et permettra une prise de décision en ayant connaissance de toutes les informations disponibles. Il est important que le plan de communication décrive le processus de communication entre ces parties prenantes et les organismes associés, le cas échéant. Une communication régulière et fréquente à différentes phases/étapes/niveaux sera nécessaire et il sera également indispensable de définir de quelle manière des messages et une coordination ad hoc peuvent avoir lieu à différents points. Une communication et une coordination efficaces permettront à ces organismes de travailler ensemble pour anticiper, caractériser, contenir et atténuer les foyers de maladie le plus rapidement possible.

Le plan de communication doit décrire clairement de quelle façon la communication et la coordination entre les organismes de santé publique, vétérinaires, environnementaux et les autres organismes partenaires seront gérées en cas d'urgence ou de foyer de maladie. Il doit également identifier les responsabilités en matière de communication et de coordination pour les différents organismes et partenaires qui seront impliqués dans la réponse. Le plan doit :

- déterminer comment une approche coordonnée de la réponse sera maintenue dans l'ensemble des divers organismes ;
- établir des mécanismes efficaces pour la prise de décisions lors d'une urgence ou d'un foyer de maladie qui soutiendront des approches coordonnées, tout en offrant une souplesse suffisante à chaque organisme ; et
- décrire comment les partenaires seront informés des événements importants et comment ils seront tenus informés de la situation effective et des mesures de réponse connexes.

Conclusion

La communication est la base sur laquelle repose l'approche « Une seule santé » pour gérer les maladies infectieuses émergentes. Le partage des données relatives à la santé de la faune sauvage est l'un des éléments de l'échange global d'informations nécessaires pour lutter efficacement contre les foyers de maladie ; toutefois, le partage des informations relatives à la santé de la faune sauvage nécessite un engagement important et continu de ressources par les parties responsables. Pour s'assurer que cet engagement est justifié, il est essentiel d'établir des plans de communication détaillés, car ceux-ci constituent les fondements d'une transmission efficace des informations nécessaires pour orienter les décisions cruciales entourant un foyer de maladie. C'est pourquoi un plan de communication bien élaboré constitue le cadre qui soutient les initiatives « Une seule santé ».

Ressources

OIE Communication Handbook for Veterinary Services (*www.oie.int/communication_handbook*)
Site Web CDC Crisis and Emergency Communication
(*https://emergency.cdc.gov/cerc/index.asp*)
Minnesota Department of Health Public Health and Quality Improvement Resources & Tools
(*http://www.health.state.mn.us/divs/opi/qi/toolbox/swimlane.html*)

ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ ANIMALE • *Protéger les animaux, préserver notre avenir*
12 rue de Prony 75017 Paris France • tel.: 33(0)1 44 15 18 88 • fax: 33(0)1 42 67 09 87 • www.oie.int • oie@oie.int