



**COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA
DOSSIER PUBLIC 6231
2^e édition**

Guide d'utilisation du GeoScaler

I 0Huot-Vézina, T0Boivin, C0Smirnoff et U0Paradis

2012



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada



COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA
DOSSIER PUBLIC 6231
2^e édition

Guide d'utilisation du GeoScaler

I Huot-Vézina, T. Boivin, C. Smirnoff et S. J. Paradis

2012

doi:10.4095/291993

On peut télécharger cette publication gratuitement à partir de GEOSCAN (<http://geoscan.sst.mcan.gc.ca/>).

Recommended citation

Huot-Vézina, G., Boivin, R., Smirnoff, A., and Paradis, S.J., 2012. GeoScaler: Generalization tool (with a supplementary user guide in French); Geological Survey of Canada, Open File 6231, (2nd edition). doi:10.409/5291993

Les publications de cette série ne sont pas révisées; elles sont publiées telles que soumises par l'auteur.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	9
INTRODUCTION	11
CONTENU DISPONIBLE	13
AUTRE CONTENU	13
GEOSCALER TOOLS 10	15
INSTALLATION	15
SPÉCIFICATIONS REQUISES	15
AJOUT DE LA BOÎTE D'OUTILS (.TBX)	16
STYLE ET SYMBOLOGIE	17
INSTALLATION DES POLICES « TRUE TYPE » (.TTF) DE LA CGC	18
Sous Windows XP	18
Sous Windows 7	18
INSTALLATION DES STYLES DANS ARCGIS	18
LE CONCEPT DU PROCESSUS DE GÉNÉRALISATION	19
INITIALISATION DE L'ENVIRONNEMENT DE TRAVAIL	21
GÉNÉRALISATION DES UNITÉS GÉOLOGIQUES DE FORMATIONS SUPERFICIELLES (SURFICIAL UNITS)	23
PRÉPARATION DES DONNÉES	23
CONVERSION : FORMAT VECTORIEL VERS MATRICIEL	23
AJOUT D'UN RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE (OPTIONNEL)	24
APPLICATION DE L'AUTOMATE CELLULAIRE (AC)	24
CALCULATEUR DE SUPERFICIE MINIMALE	26
POST OPÉRATION SUR LES RÉSULTATS	27
CONVERSION : FORMAT MATRICIEL VERS VECTORIEL	27
DÉCOUPAGE DES CONTOURS EN FONCTION D'UN CADRE (OPTIONNEL)	27
TRANSFORMATION DES POLYGONES EN SYMBOLES PONCTUELS	27
GÉNÉRALISATION DES SYMBOLES CARTOGRAPHIQUES (POINTS, LIGNES, ZONES)	29
DESCRIPTION DES PARAMÈTRES D'ENTRÉE	29
CHOISIR LE BON MODÈLE DE GÉNÉRALISATION	30
SYMBOLES POLYGONAUX (ZONES)	32

SUPERFICIE MINIMALE	32
TRANSFORMATION EN SYMBOLES PONCTUELS	33
SYMBOLES PONCTUELS	34
ÉLIMINATION DES SUPERPOSITIONS	34
SYMBOLES PONCTUELS DE FORME ALLONGÉE	35
MODÈLE POUR LES STRIES GLACIAIRES	36
Priorisation de l'information des stries glaciaires	36
SUPERPOSITION DE SYMBOLES PONCTUELS EN RELATION AVEC LES UNITÉS GÉOLOGIQUES (POLYGONES)	38
GÉNÉRALISATION GLOBALE DE TOUS LES SYMBOLES PONCTUELS	38
SYMBOLES LINÉAIRES VERSUS SYMBOLES PONCTUELS	39
SYMBOLES LINÉAIRES	40
LONGUEUR MINIMALE DES SYMBOLES LINÉAIRES	40
SUPERPOSITION DE SYMBOLES LINÉAIRES AVEC DES UNITÉS GÉOLOGIQUES (POLYGONES)	41
ÉLIMINATION DE SYMBOLES LINÉAIRES SELON LA PROXIMITÉ	41
PAIRE DE SYMBOLES LINÉAIRES EN RELATION	42
LISSAGE DES CONTOURS DE SYMBOLES LINÉAIRES	43
FUSION DES RÉSULTATS DE GÉNÉRALISATION DES SYMBOLES LINÉAIRES	44
SYMBOLES PONCTUELS VERSUS SYMBOLES LINÉAIRES	44
RÉCUPÉRATION D'INFORMATION (POST-GÉNÉRALISATION)	45
 <u>GÉNÉRALISATION DES UNITÉS GÉOLOGIQUES (BEDROCK)</u>	 <u>47</u>
 PRÉPARATION DES DONNÉES	 47
CONVERSION : FORMAT VECTORIEL VERS MATRICIEL	47
APPLICATION DE L'AUTOMATE CELLULAIRE (AC)	47
NOTICE AUX UTILISATEURS D'ARCGIS 10.1	48
POST OPÉRATIONS SUR LES RÉSULTATS	48
CONVERSION : FORMAT MATRICIEL VERS VECTORIEL, ET PLUS	49
 <u>GÉNÉRALISATION DES SYMBOLES (BEDROCK)</u>	 <u>51</u>
 LINÉATION ASSOCIÉE À UN PLAN	 51
 <u>VALIDATION DES RÉSULTATS</u>	 <u>55</u>
 ANALYSE DE DENSITÉ	 55
RADICAL LAW	56
 <u>GESTION DES RÉSULTATS (SYMBOLES)</u>	 <u>59</u>
 REGROUPEMENT DES CHAMPS	 59
GESTION DES ÉCHELLES PAR CLASSE DE SYMBOLES SOUS ARCMAP	61
 <u>PRÉCAUTION ET ERREURS COMMUNES</u>	 <u>63</u>
 <u>AJOUTS ET MODIFICATIONS DU GEOSCALER ARCGIS 9.3X VS ARCGIS 10.0, 10.1</u>	 <u>65</u>

ANNEXE A

PARAMÈTRES DE GÉNÉRALISATION 1/100 000 VERS 1/250 000	71
PARAMÈTRES POUR LA GÉNÉRALISATION DES POLYGONES	73
PARAMÈTRES POUR LA GÉNÉRALISATION DES SYMBOLES	73
SYMBOLES SURFACIQUES	73
Paramètres et modèles	73
SYMBOLES PONCTUELS	74
Généralisation individuelle	74
Généralisation globale	75
Généralisation des lignes par rapport aux points	75
Symboles linéaires	76
Étapes préliminaires	76
Généralisation individuelle	76
Généralisation des points par rapport aux lignes	77
Post-généralisation	78
PARAMÈTRES DE STYLES À L'ÉCHELLE CIBLE (1/250 000)	78
SYMBOLES PONCTUELS	78
SYMBOLES LINÉAIRES	80
SYMBOLES SURFACIQUES	81

Remerciements

Toute l'équipe de développement aimerait remercier Éric Boisvert pour son aide précieuse et sa révision du présent document, ainsi qu'Étienne Girard, Annick Morin et Pierre Brouillette pour leurs multiples conseils et expertises.

Introduction

La perception visuelle joue un grand rôle lors de l'interprétation d'une carte. Un lecteur doit facilement percevoir toute l'information qui lui est présentée et relativement rapidement dépendant du type de carte. Ce que l'on tente de conserver, lors d'une généralisation d'une échelle plus grande vers une plus petite, c'est cette notion de facilité de lecture de l'information. On observe souvent, lors d'un changement d'échelle, une superposition entre les symboles, donnant comme résultat une masse illisible. Étant donné la différence d'échelle, certaines informations deviennent superflues et occupent l'espace d'autres symboles plus pertinents. Par conséquent, chaque généralisation est propre à la carte visée, tout dépend donc du domaine d'étude, de l'échelle et du degré de conservation de l'information souhaitée.

Un projet de généralisation débute par une opération de préparation des données et d'analyse. Cette opération est une étape cruciale puisqu'elle permet d'uniformiser les bases de données afin d'obtenir un jeu de données cohérent. Ce dernier pourra donc rapidement être utilisé et interprété.

C'est suite à l'uniformisation des données que l'on peut commencer à généraliser les éléments d'une carte. Une carte présente l'information au lecteur sous plusieurs formes distinctes, c'est une collection d'éléments cohérents et non pas aléatoires. Il est donc utopique de croire qu'il est possible de généraliser l'intégralité d'un territoire en un simple clic de souris.

Les polygones, qui forment la thématique de la carte, constituent le cadre sur lequel les autres éléments de la carte s'appuient pour compléter l'information. C'est pourquoi la généralisation des polygones doit être rigoureuse et le résultat doit refléter le mieux possible la réalité. On doit accorder une attention très particulière à ces polygones, c'est sur eux que s'appuie la structure même d'une carte.

Les symboles graphiques sur la carte sont en relation étroite avec leur environnement immédiat; ils fournissent ainsi une information induite et non directe. C'est pourquoi, avant même de pouvoir commencer à généraliser, on doit être capable d'interpréter ces différentes relations entre tous les éléments d'une carte. Ainsi, il sera plus facile de faire le bon choix d'une méthode de généralisation lorsque le temps viendra.

Ce document présente les différentes méthodes utilisées afin de pouvoir généraliser les symboles graphiques ainsi que les polygones (la thématique) d'une carte géologique. Les différents modèles implémentés ont été regroupés sous deux modules différents que sont : « GeoScaler Surficial » et « GeoScaler Bedrock ». Le premier vise à faciliter la généralisation de cartes géologiques de formations superficielles (Quaternaire), tandis que le second s'attarde à la géologie de la roche en place.

Ce document est un guide d'utilisation pour toute personne souhaitant utiliser les modules du GeoScaler, sous ArcGIS (version 10.0 et 10.1), pour une généralisation locale, régionale ou même nationale.

Contenu disponible

Une trousse d'outils est fournie avec le GeoScaler, elle se compose de plusieurs éléments utiles et pour certains essentiels au bon fonctionnement de l'application. Le tableau 1 décrit le contenu des différents dossiers et fichiers présents dans la trousse et leurs utilités dans le GeoScaler.

Tableau 1 Description des documents et des fichiers présents dans la trousse du GeoScaler

Nom	Format	Description des fichiers
Documentation	Dossier	Contient la documentation relative au GeoScaler, incluant une version PDF du présent guide d'utilisation.
GeoScaler_Toolbox	.tbx	Boîte d'outils nécessaire pour le fonctionnement des modèles de généralisation des symboles (ponctuels et linéaires) et des polygones. Elle contient les différents scripts paramétrés sous l'environnement ArcGIS 10.0, 10.1 utilisés par les modèles de généralisation.
Style	Dossier	Contient les différentes polices de caractères et fichiers de styles nécessaires pour obtenir la symbologie développée par la Commission géologique du Canada.

Autre contenu

Pour les systèmes utilisant ArcGIS 9.3.0 et 9.3.1, il est possible de consulter la première édition du GeoScaler disponible en téléchargement au site GEOSCAN, en version gratuite (<http://geoscan.ess.nrcan.gc.ca>) (Huot-Vézina, 2009).

De plus, un article publié dans la revue Computers and Geosciences (Smirnoff, A., 2012) décrit les divers processus de généralisation utilisés dans la première édition du GeoScaler. La méthodologie décrite dans cet article s'applique autant à la première version qu'à la seconde.

GeoScaler Tools 10

Les outils de généralisation sous l'environnement ArcGIS 10.0 et 10.1 sont tous disponibles à même une seule et unique boîte à outils qui se nomme GeoScaler Tools 10, de même format que les outils d'ArcGIS. Cette nouvelle boîte contient plusieurs coffres à outils séparés : 1- Initialisation, ensuite les deux modules majeurs 2a (Surficial maps) et 2b (Bedrock maps) (figure 1), 3-Validation et 4-Result management. La figure suivante présente l'arborescence de toutes les boîtes à outils du GeoScaler Tools 10.

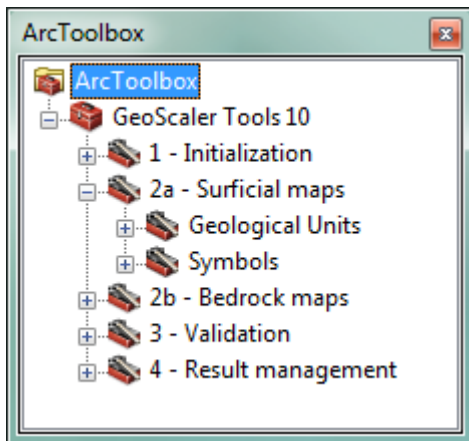


Figure 1. Aperçu de l'arborescence principale de la boîte à outils GeoScaler Tools 10

Installation

L'initialisation des outils de généralisation s'effectue en 3 étapes qui sont décrites dans la présente section.

Spécifications requises

Certaines spécifications de système sont requises pour le bon fonctionnement de l'application. D'abord, il est nécessaire d'avoir une version 10.0 ou 10.1 du logiciel ArcGIS Desktop ainsi qu'une licence ArcInfo (Advanced). Certains outils nécessaires durant tout le processus de la généralisation ne sont disponibles qu'avec cette licence. L'extension « Spatial Analyst » est aussi nécessaire et il faut s'assurer que cette dernière soit libre et active (figure 2). Dans l'éventualité où l'extension ne serait pas disponible, un message d'erreur sera retourné lors du démarrage d'un modèle qui nécessite l'utilisation de celle-ci.

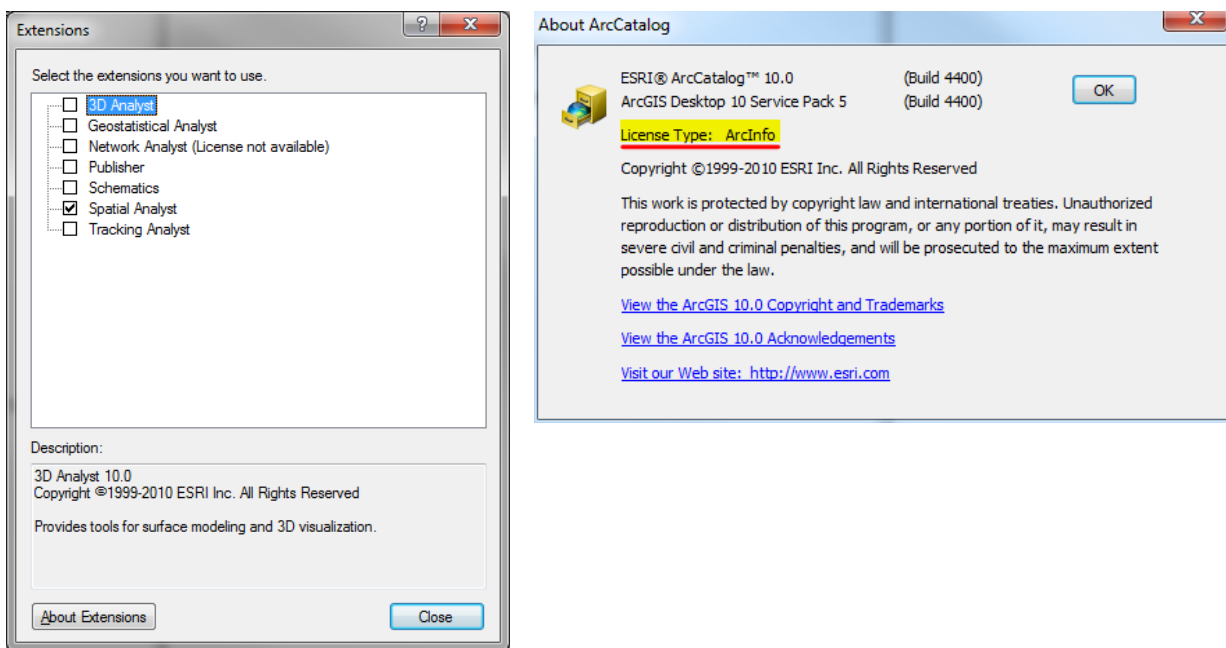


Figure 2. Vérification des éléments requis pour faire fonctionner les outils du GeoScaler.

Le tableau suivant présente les spécifications minimales recommandées pour pouvoir faire fonctionner les modèles de généralisation adéquatement. Certaines d’entre elles proviennent des recommandations d’ESRI pour la plateforme ArcGIS, d’autres sont issues de plusieurs tests effectués avec différents postes de travail.

Tableau 2 Spécifications minimales recommandées

	Module Surficial
Mémoire vive (Go)	2
Vitesse du processeur (GHz)	2.2
Type de système d’exploitation (bits)	32

Ajout de la boîte d’outils (.tbx)

D’abord, il est conseillé d’ajouter la boîte à outils à partir d’ArcCatalog pour que cette dernière soit disponible dans tous les documents/projets ArcMap créés par l’utilisateur. L’ajout d’une boîte d’outils à partir d’ArcMap rend cette dernière disponible seulement pour le projet courant de l’utilisateur et non pour tous les futurs projets.

Pour importer les outils GeoScaler sous ArcGIS il suffit de cliquer de droite sur « ArcToolbox », sélectionner l’option « Add Toolbox... » et sélectionner la boîte d’outils GeoScaler Tools 10.

La figure 3 montre un exemple de liste de boîte d’outils comportant celle du GeoScaler.

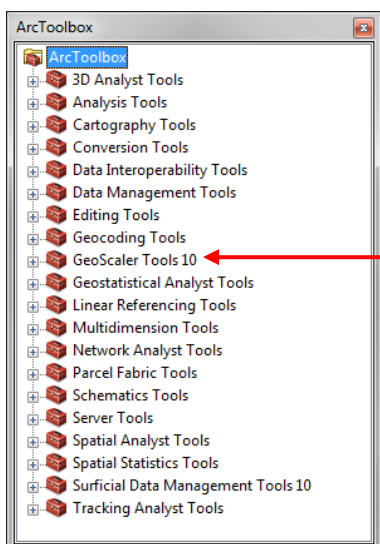


Figure 3. Liste de boîte à outils ArcGIS comportant celle du GeoScaler Tools 10.

De plus, il est déconseillé de mettre la boîte à outils à un emplacement sur le poste de travail dans lequel se retrouvent des caractères d'espaces. Par exemple : « C:\Mes Documents\GeoScaler », le caractère d'espace étant mal géré dans certains outils ce qui a comme conséquence un mauvais fonctionnement des outils.

Style et symbologie

Cette étape se définit par des opérations qui doivent être appliquées avant la généralisation des symboles. Elles concernent surtout l'ajustement de la représentation des symboles graphiques et de leur taille, c'est-à-dire, le style des symboles.

À la suite d'un changement d'échelle, les symboles ponctuels peuvent conserver leur taille d'origine. Cette dynamique a comme conséquence que les symboles prennent plus d'espace et entrave la facilité de lecture de la carte. Il faut donc s'assurer que leur taille et/ou l'échelle de référence de la carte soient réajustées.

Il est possible d'ajuster la taille d'un symbole en accomplissant certains tests de visibilité lors de la lecture d'une carte papier à l'échelle de départ et une même carte à l'échelle visée. Il est ainsi facile de repérer les symboles de trop grande taille pour la nouvelle échelle ainsi que ceux qui sont devenus moins visibles.

Les bibliothèques de styles de la Commission géologique du Canada (CGC), sont fournies avec la trousse d'application. Le fichier GSC_Final_1104.style pour les cartes géologiques de formations superficielles (Surficial) et le fichier GSC_Bedrock_01302006.style pour les cartes géologiques de la roche en place (Bedrock). Ces bibliothèques de styles sont situées dans le dossier nommé « Style » à l'intérieur de la trousse de l'application. Dans le même dossier se trouvent les différentes polices de caractères et de symboles (fonts True Type « .ttf ») à installer pour que les bibliothèques de style d'ArcGIS puissent être opérationnelles et afficher les bons caractères.

Voici les étapes à suivre pour installer les fichiers « .style » et les fichiers « .ttf ». À noter que pour installer les polices « True Type » (.ttf), il est obligatoire d'avoir les privilèges requis d'installation de logiciel sur le système, dans le cas contraire, vous devrez faire appel à l'administrateur de votre poste de travail.

Installation des polices « True Type » (.ttf) de la CGC

Sous Windows XP

1. À partir du menu « Démarrer » du système, ouvrir le « Panneau de configuration ».
2. Une fois ouvert, cliquer sur l'icône « Polices » (Fonts).
3. L'accès à tous les types de polices du système est maintenant possible. Il suffit maintenant d'aller sur l'onglet « Fichier » et ensuite sur « Installer une nouvelle police » et de repérer le dossier contenant les fichiers .ttf de la CGC, de sélectionner tout et de cliquer sur OK. Rappel : les polices True Type (fichiers .ttf) de la CGC se situent dans le dossier nommé « Style » fourni dans la trousse d'application du GeoScaler.

Sous Windows 7

1. Cliquer de droite sur les fichiers « .ttf » et sélectionner l'option « Installer ».

Installation des Styles dans ArcGIS

1. Ouvrir ArcMap, aller dans la barre du menu « Customize » au haut de l'écran.
2. Sélectionner l'option « Style manager » et ensuite la sous-option « Style ».
3. Une fois cette fenêtre disponible il suffit de cliquer sur le bouton « Add style to list » et d'aller sélectionner les fichiers d'extension « .style » (figure 4), situés dans le dossier « Style » dans la trousse fournie.

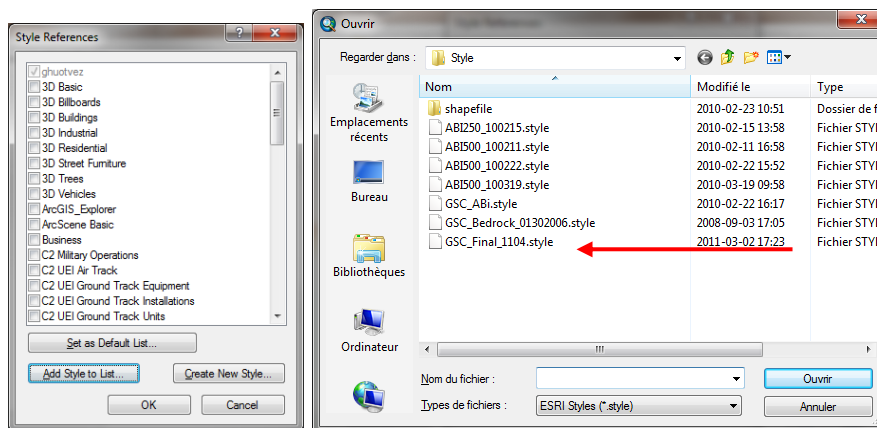


Figure 4. Ajout d'un fichier «.style» à la librairie d'un projet ArcMap.

Le concept du processus de généralisation

Pour mieux conceptualiser le déroulement de la généralisation sur les données d'entrées, il est bien de consulter les deux prochaines figures.

En prenant exemple sur une généralisation d'une carte géologique de formations superficielles (ou de géologie de surface), un utilisateur doit avoir au minimum 4 types de fichiers d'entrées, soit un fichier de polygones désignant les unités géologiques et 3 autres concernant les symboles cartographiques (point, ligne et zone).

C'est à partir de ces fichiers que la généralisation pourra être réalisée dans l'ordre indiqué à la **figure 5**. Tous les outils fournis dans le GeoScaler peuvent être utilisés indépendamment, mais il est nécessaire de suivre cet ordre afin d'obtenir un résultat convenable.

À noter que les résultats, sauf ceux modifiant la géométrie des éléments en entrées, sont contenus dans un champ ajouté automatiquement dans la base de données. Dans ce nouveau champ, on retrouve une information binaire (soit des 0 ou des 1) précisant si l'élément en question sera affiché (1) ou pas affiché (0), à l'échelle cible.

Le nom du nouveau champ permet de retracer l'historique des opérations. Ainsi l'information binaire est enregistrée sous des noms de champs construits comme suit :

- [Identifiant alphabétique de la boîte d'outil] + [Numéro du modèle] + « _ » + [Échelle cible] + « K »

« K » désigne les milliers.

Par exemple, le nom d'attribut « B01_250K » signifie que la boîte à outils utilisée est B (Points) et le modèle employé a été 01 (Generic) et que l'échelle cible était au 1/250 000. Une table en annexe contient la liste de tous les noms de champs issus de la généralisation en fonction des modèles utilisés pour aide mémoire.

Toutes les étapes indiquées dans les deux figures qui suivent, seront discutées plus en détails dans le présent guide afin d'éclairer sur leur fonctionnement.

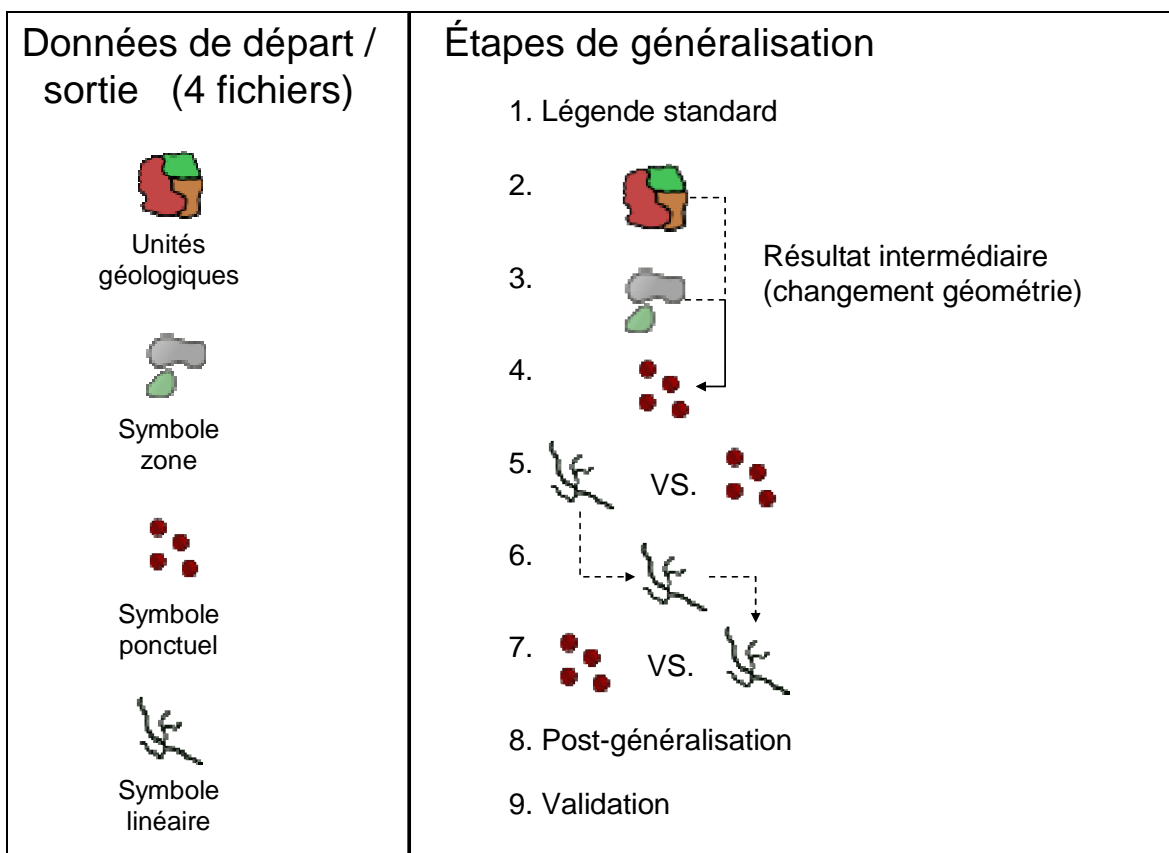


Figure 5. Schéma du type de données de départ ainsi que les étapes à suivre afin de généraliser des données lors d'un changement d'échelle.

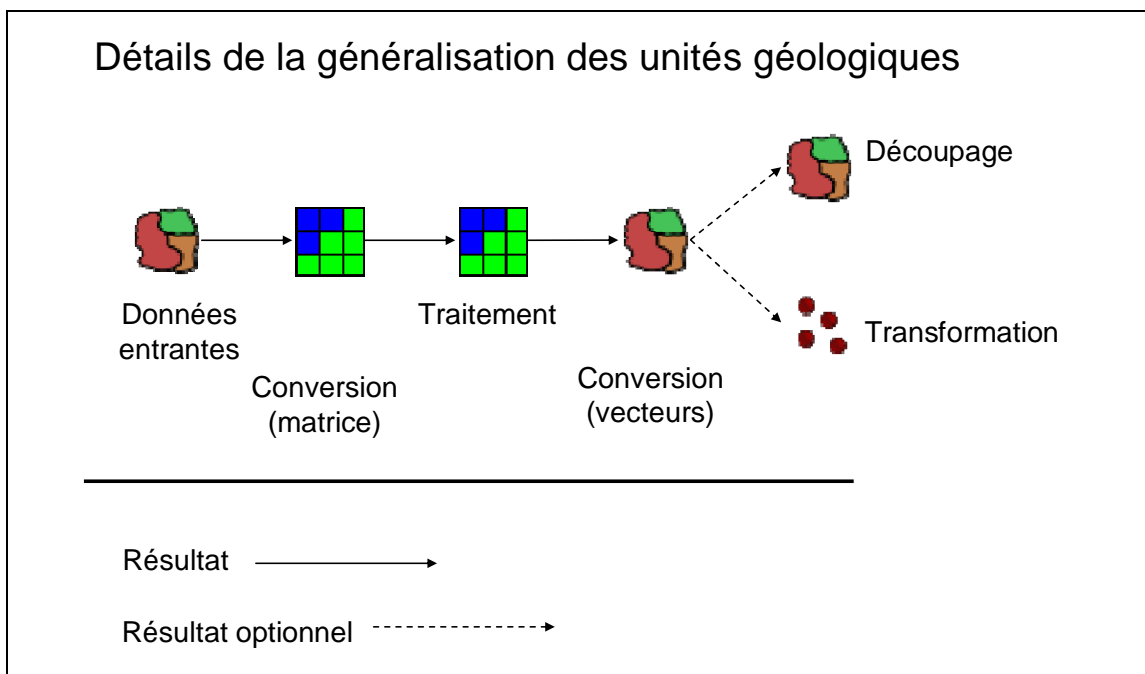


Figure 6. Concept plus détaillé de l'étape 2 (figure 5) sur la généralisation des unités géologiques.

Initialisation de l'environnement de travail

Référence dans la boîte d'outils : (1 – Initialization : GeoScaler Environment)

L'utilisation des divers outils de généralisation regroupés sous le nom de GeoScaler, permet plusieurs opérations sur des données d'entrées. Ces outils sont aussi facilement accessibles que tout autre outil dans ArcGIS. Un module d'initialisation de l'environnement est disponible pour configurer certains paramètres globaux pour simplifier l'interface utilisateur et accélérer l'entrée de paramètres.

Les paramètres globaux utilisés tout au long de la généralisation concernent principalement la valeur de l'échelle initiale et finale des cartes que l'on souhaite généraliser. Une fois le module d'initialisation complété, ces deux valeurs seront disponibles dans un fichier de format XML aux côtés de la boîte à outils (.tbx) du GeoScaler.

Le fichier de configuration contient les valeurs par défaut utilisées par les divers modules du GeoScaler.

Généralisation des unités géologiques de formations superficielles (Surficial units)

Référence dans la boîte d'outils : (2a – Surficial maps : Geological polygons)

L'information principale véhiculée par une carte géologique de formations superficielles concerne les unités géologiques. Elle est présentée sur une partie ou sur la totalité de la carte et se retrouve souvent sous forme de polygones. Les polygones géologiques ont un lien étroit avec les symboles cartographiques et d'autres zones d'informations secondaires. Il est donc préférable de généraliser les unités géologiques (polygones) avant les symboles cartographiques (points, lignes et zones).

La généralisation de polygones des unités géologiques des formations superficielles (fichier vectoriel) s'effectue à l'aide d'un automate cellulaire, ce qui exige que les données de départ soient disponibles sous forme de matrice (fichier raster et non vectoriel). La procédure est séparée en 4 parties et va intégrer la conversion du fichier vectoriel en format matriciel (raster). La première partie concerne la préparation des données (*01 - Data preparation*); par exemple la conversion des données vectorielles en matricielles (si nécessaire), et l'intégration d'une couche de données hydrologiques (optionnel). La deuxième partie concerne l'étape principale, la généralisation (*02 - Processing*), qui a été développée sur les principes de base d'un automate cellulaire (AC), dont la méthode est décrite plus loin. La partie 3 donne accès à des outils de reconversion des données matricielles vers des données vectorielles (*03 - Post processing*) ainsi qu'un outil de découpage des limites en fonction d'un cadre, par exemple le cadre d'un feuillet cartographique. Finalement, dans la partie 4, il est possible de convertir de petits polygones (trop petits pour être conservés comme tels) en symboles cartographiques ponctuels, à partir des résultats finaux et des données originales (*04 - Transform polygons to symbols*).

Préparation des données

Référence dans la boîte d'outils : (Geological polygons : 01 - Data preparation)

Conversion : format vectoriel vers matriciel

Il est nécessaire de procéder à une étape de conversion des données vectorielles (*shapefile*, *feature class*) vers un jeu de données matricielles (*raster*, *grid*). Puisque l'AC n'utilise que des matrices, les données vectorielles doivent donc contenir obligatoirement au moins un attribut en valeurs numériques qui distinguent les différentes unités géologiques entre elles (exemple : code de couleur).

Les paramètres d'entrée pour l'outil de conversion sont simples. On sélectionne la couche vectorielle des unités géologie de surface (polygones) ainsi qu'un attribut numérique contenant un identifiant unique pour chacune des catégories d'unité à généraliser (eg. 1 = Roche en place, 2 = Till, etc.). IMPORTANT : Les valeurs assignées dans la matrice proviendront de cet attribut. On doit aussi fournir au modèle une taille de cellule matricielle, les unités étant en mètres. Il est à noter que plus la résolution de la matrice est fine (petit chiffre), plus cette dernière sera longue à analyser. Cependant, plus la taille des cellules est élevée plus on obtiendra un résultat de généralisation grossier.

Il est, par exemple, recommandé d'utiliser des cellules de 20 mètres pour un changement d'échelle du 1/100 000 vers du 1/250 000.

Finalement, l'utilisateur doit fournir le chemin absolu d'une couche de sortie qui est en fait la matrice (fichier raster, grid) avec laquelle la généralisation des polygones sera effectuée.

Ajout d'un réseau hydrographique (optionnel)

Dans certains projets, il est utile de généraliser les polygones des formations superficielles avec l'hydrographie (polygones). Une option a ainsi spécialement été ajoutée dans l'onglet de préparation des données.

L'outil gère correctement la présence d'îles dans les étendues d'eau de façon à ce que la géologie y soit représentée.

Rappelons que pour la gestion des îles, l'outil nécessite la présence d'un attribut numérique pour identifier les étendues d'eau et les îles. La valeur « 1 » indique les îles et la valeur « 0 », l'eau.

La figure suivante illustre deux exemples de couches vectorielles qui ont été converties en couches matricielles avec et sans le réseau hydrographique (lacs et rivières).

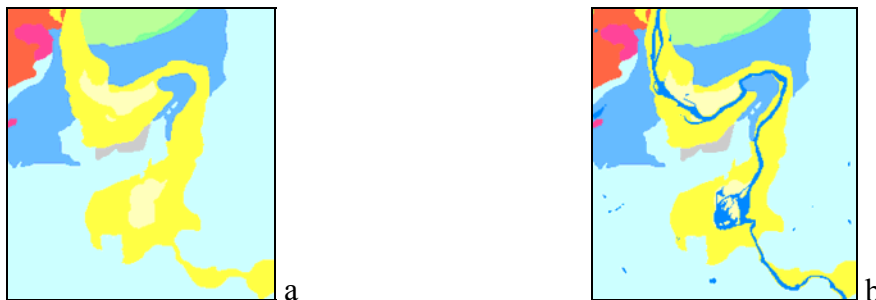


Figure 7. Données vectorielles converties sous un format matriciel a) sans hydrographie b) avec hydrographie.

Application de l'Automate cellulaire (AC)

Référence dans la boîte d'outils : (Geological polygons : 02 – Cellular Automata)

Cet outil lance la procédure de généralisation par automate cellulaire. La méthode développée pour la généralisation des polygones est applicable dans plusieurs domaines autres que celui de la géologie des formations superficielles (module Surficial). Par ailleurs, une version plus spécialisée de l'automate cellulaire a été développée pour la généralisation de la géologie de la roche en place (module Bedrock).

La particularité de cette méthode est qu'elle ne procède pas par une analyse vectorielle de l'information qui lui est fournie, mais plutôt par une analyse matricielle. La description détaillée de cette méthode et de son application à la généralisation est disponible dans Smirnoff, A. (2008).

En résumé, la méthode se caractérise par un algorithme qui effectuera une analyse sur les cellules avoisinantes et appliquera un nouveau résultat à la cellule en cours d'analyse en fonction de son voisinage. Cette opération est répétée un certain nombre de fois pour progressivement généraliser l'information. Cette technique permet de lisser la matrice de polygones, d'agréger et de supprimer les polygones trop petits. Toutefois, pour éviter la perte d'information utile, un outil a été ajouté pour transformer ces trop petits polygones en symboles ponctuels si on veut garder l'information (Consulter la section 0).

Quatre principaux paramètres sont requis pour la généralisation avec l'AC.

Le premier étant le « Moore's neighborhood radius » que l'on définit par le nombre de cellules voisines qui sera analysé par le modèle. Une valeur de 1 indique que seules les premières cellules, autour d'une cellule en cours d'analyse, seront prises en compte dans l'algorithme. En d'autres termes, c'est le rayon (sous forme de cellule) d'analyse. La figure ci-dessous démontre schématiquement un voisinage de 1 (figure 8a) et d'un voisinage de 2 cellules (figure 8b).



Figure 8. Type d'analyse de voisinage, en rouge est la cellule en cours d'analyse a) rayon de 1 cellule b) rayon de 2 cellules.

Plus le paramètre de voisinage est élevé, plus ce dernier aura un effet d'estompage (lissage) donc significatif sur le résultat. C'est le paramètre qui a la plus grande influence sur le résultat final.

Le deuxième paramètre concerne le nombre d'itérations que l'application doit effectuer. Une seule itération est insuffisante pour obtenir un résultat adéquat. En fonction de l'intensité de la généralisation souhaitée ainsi que du type d'information traitée, ce paramètre peut varier grandement. Pour des cartes de formations superficielles avec un changement d'échelle du 1/100 000 vers 1/250 000, 80 itérations sont appropriées. Par contre, pour d'autres types de changement d'échelle, ce paramètre pourrait varier significativement. Cette valeur est déterminée empiriquement. Il n'existe pas de règles qui permettent de trouver systématiquement le nombre d'itérations optimal pour une généralisation donnée. Il est conseillé d'effectuer plusieurs tests sur une petite section de la matrice pour évaluer ensuite le meilleur résultat. Il est possible de consulter l'annexe A pour connaître des valeurs qui ont déjà été utilisées dans le cadre d'un projet.

La superficie minimale des polygones est un paramètre de filtrage des résultats finaux. Lorsque la généralisation est terminée, il est possible que certains petits polygones soient toujours présents sur la carte. Toutefois, la superficie que certains de ces polygones possèdent peut être négligeable à une échelle donnée. C'est pourquoi, en fournissant une superficie minimale, en termes de nombre de cellules, le modèle pourra éliminer toutes les petites régions qui ne se conforment pas à cette règle. Les valeurs des cellules ainsi éliminées prendront les valeurs des cellules avoisinantes ayant la plus grande majorité. Ce paramètre est optionnel, un calculateur est disponible à même l'interface afin de trouver rapidement une valeur adéquate pour des fins de tests (voir la section sur ce calculateur plus loin). La figure 9 présente un exemple de cette opération de suppression.



Figure 9. Exemple de suppression d'un petit polygone dans une couche matricielle.

Finalement, le dernier paramètre, également optionnel, concerne le nombre de couches intermédiaires qu'un utilisateur souhaiterait conserver avec le résultat final. Cette option est utile lors de tests pour visualiser les généralisations intermédiaires et ainsi comparer les résultats et paramètres d'entrée et les raffiner. Par exemple, si on souhaite effectuer une généralisation avec

un voisinage de 2 cellules et 250 itérations, il est possible d'obtenir des résultats intermédiaires à toutes les 50 itérations (5 fichiers seront sauvegardés).

Voici un exemple des paramètres déjà utilisés et testés pour les cartes de géologie de surface :

- Moore's neighborhood radius : 2
- Final CA generation : 80
- Minimum polygon size in cells : 200
- Output interval : 80

La figure 10 montre bien la différence de résultats pour les paramètres d'entrée. On remarque sur cette figure que pour un même nombre d'itération (80), un nombre de voisinage supérieur (2 vs 3) aura un effet d'estompage beaucoup plus fort qu'avec un nombre de voisinage plus faible. Par ailleurs, le nombre d'itérations peut lui aussi avoir un effet significatif sur le résultat final comme on peut le voir à l'intérieur de l'ovale, figure 10c et figure 10d.

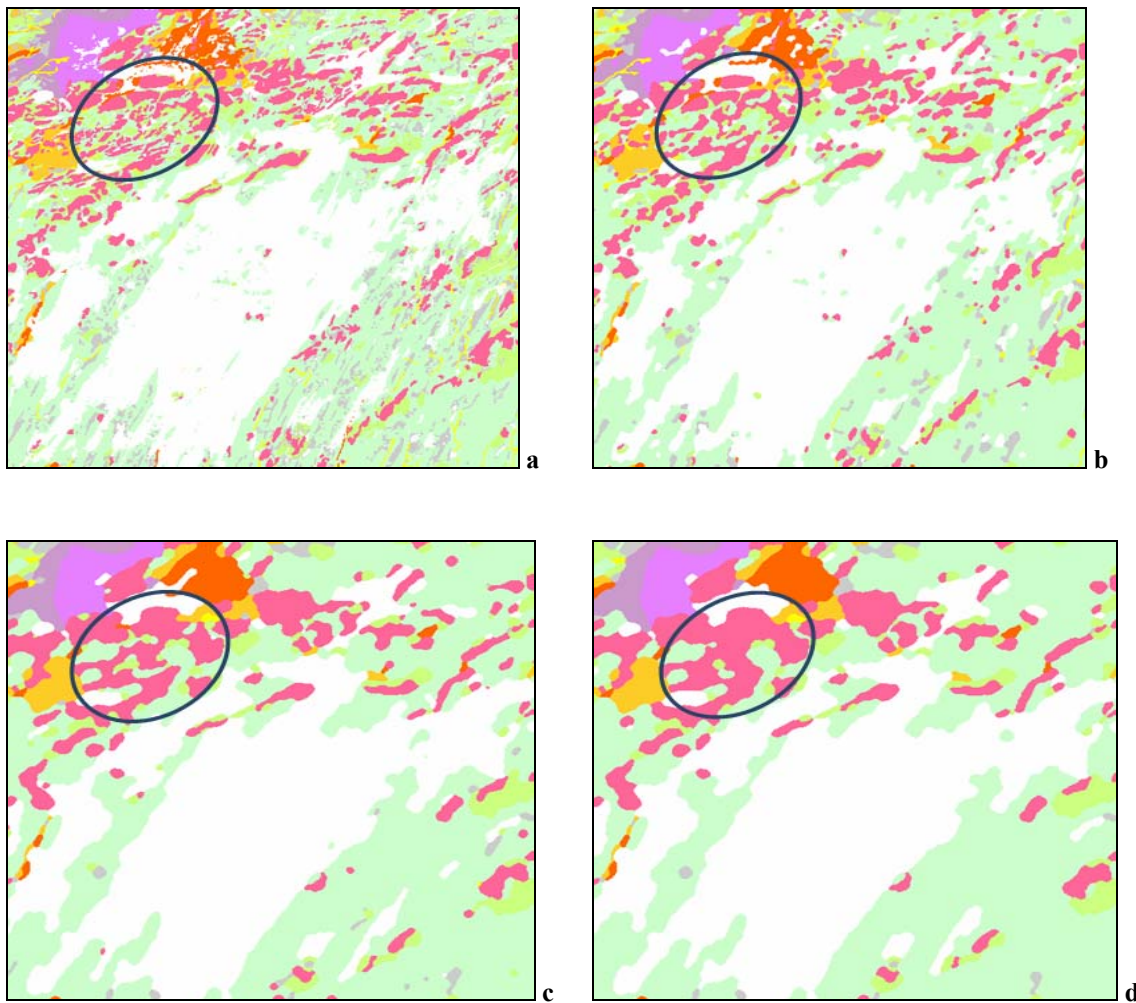


Figure 10. Résultats de généralisation selon différents paramètres d'entrés. a) Carte originale à l'échelle cible. b) Carte généralisée avec un voisinage de 2 et 80 itérations. c) Carte généralisée avec un voisinage de 3 et 80 itérations. d) Carte généralisée avec un voisinage de 3 et 250 itérations.

Calculateur de superficie minimale

Un calculateur est mis à disposition pour l'utilisateur qui souhaite avoir une idée rapide du type de valeur à entrer comme superficie minimale en termes de cellules voisines. Il suffit de cocher

l'option pour qu'une valeur de superficie s'affiche à l'écran en fonction de: l'échelle cartographique cible, la résolution de la matrice d'entrée ainsi que des indices de bonne visibilité. Deux indices différents sont disponibles et permettent donc de calculer deux valeurs de superficies que l'utilisateur peut utiliser dans le présent module.

Post opération sur les résultats

Référence dans la boîte d'outils : (Geological polygons : 03 – Post processing)

Conversion : format matriciel vers vectoriel

La dernière étape permet de reconvertir les unités géologiques en format vectoriel à partir de la matrice généralisée. Cet outil est facile à utiliser, il suffit de fournir la matrice résultante de la généralisation ainsi que le chemin pour la couche vectorielle (shapefile, feature class) qui sera générée pour compléter la conversion.

Découpage des contours en fonction d'un cadre (optionnel)

Puisque les matrices sont toujours des rectangles parallèles au système de coordonnées local, la matrice peut être plus étendue que la couche vectorielle originale. Le cadre de la nouvelle couche vectorielle ne correspondra donc pas toujours au cadre original. Par exemple, si les résultats sont contenus dans un feuillet cartographique, il est possible de fournir le cadre du feuillet cible pour que le fichier soit découpé en fonction de ce dernier. Un exemple de cette opération est montré à la figure 11. La bordure noire représente la cadre du feuillet cartographique.

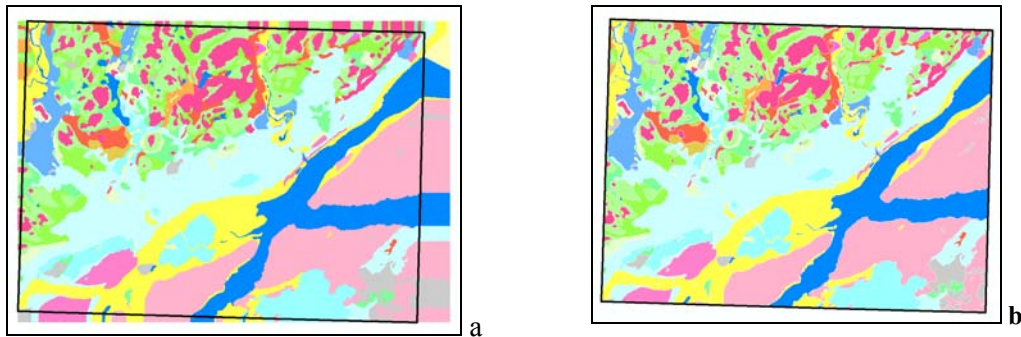


Figure 11. Couche vectorielle résultante a) sans coupe de bordure b) avec coupe de sa bordure.

Transformation des polygones en symboles ponctuels

Référence dans la boîte d'outils : (Geological polygons : 04 – Polygons to symbols (points))

La généralisation cartographique ne se base pas seulement sur l'élimination de petits polygones ou de symboles qui ne sont plus pertinents à une échelle ciblée. En fait, il est possible d'appliquer des transformations géométriques à l'information présente sur une carte. Dans le cas des symboles de surface (zone) tout comme les unités géologiques, il est possible de conserver l'information de certains petits polygones qui seront éliminés en cours de processus. En effectuant une analyse de la couche avant et après généralisation, il est possible de répertorier les polygones qui étaient présents avant et ne le sont plus après. À l'aide d'une telle méthode on peut donc transformer ces polygones en symboles cartographiques ponctuels et ainsi conserver l'information sur la carte, mais représentée de façon différente. Un cas courant en cartographie des formations superficielles est la conversion de polygones de substrat rocheux (polygone) en

symbole d'affleurement rocheux (point) lorsque la zone est trop petite à représenter à l'échelle visée.

Il est ainsi possible d'effectuer cette opération sur ses données après avoir généralisé un territoire. Les paramètres d'entrée restent simples, car il suffit de fournir les couches vectorielles avant et après généralisation, un code d'attribut ainsi que la valeur de l'attribut cible. Par après, il est nécessaire de donner un nom d'attribut et de valeur correspondant aux symboles ponctuels qui seront créés. Ces données seront inscrites dans la base de données de la couche géographique des symboles ponctuels.

Par ailleurs, si une couche de points (symboles ponctuels) existe déjà et représente le même phénomène que la couche de point qui sera créée, il est possible de les fusionner. Cette option permet donc de fournir une couche de points existante dans laquelle les nouveaux points y seront ajoutés.

La figure 12 présente une transformation de polygones en symboles ponctuels. On remarque donc que la classe de polygones de substrats rocheux devient des affleurements rocheux.

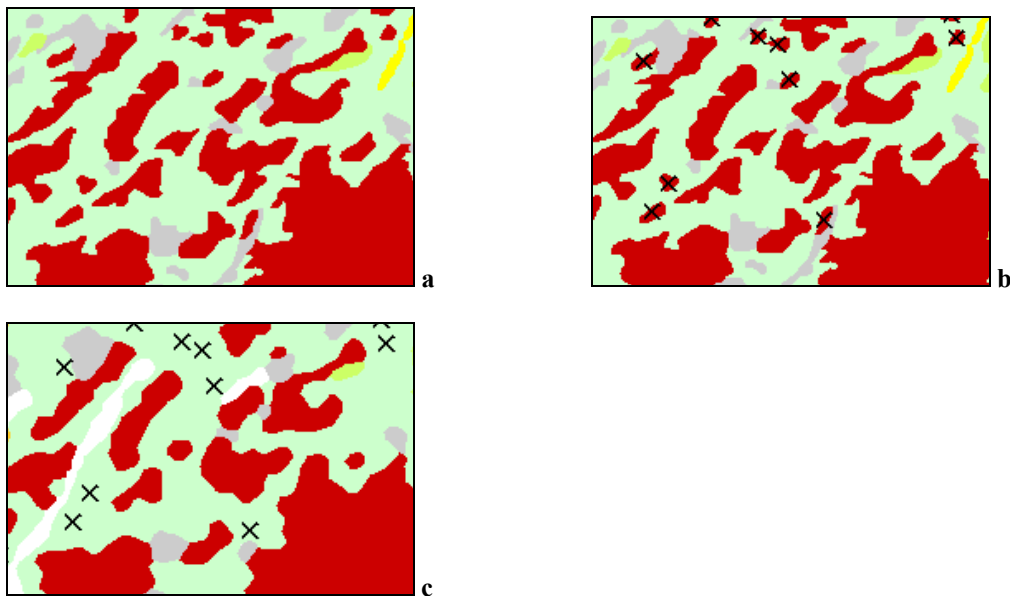


Figure 12. Couche vectorielle de substrat rocheux en rouge a) avant la généralisation de ses polygones b) résultat projeté de la généralisation c) après la généralisation, les petits polygones ont été transformés en symboles ponctuels.

Généralisation des symboles cartographiques (points, lignes, zones)

Référence dans la boîte d'outils : (2a – Surficial maps : Symbols)

Description des paramètres d'entrée

Avant même de généraliser les symboles cartographiques d'une carte, il est suggéré de réviser les méthodes de généralisation disponibles et les types de paramètres d'entrée qui seront requis tout au long de l'analyse. Certains paramètres globaux, NFD, MTAN, MTL, MTAR et MTP (voir définitions plus bas), se retrouvent dans presque tous les modèles de généralisation des symboles. Ils seront définis dans la présente section.

- **Near Feature Distance (NFD)** : Ce paramètre représente la distance minimale à laquelle deux symboles ponctuels peuvent être voisins sans se superposer. Un tel paramètre peut se calculer en mesurant le diamètre du symbole ponctuel cartographique représenté à une échelle donnée. Pour plus de détail, consulter la section 0 concernant l'élimination des superpositions.
- **Minimal Tolerable Angle (MTAN)** : L'angle minimum tolérable est la mesure, en degré, à partir de laquelle deux symboles qui se superposent seront considérés comme redondants. Ce paramètre s'applique sur les symboles ponctuels pour lesquels l'angle est très important. Il est principalement utilisé pour les symboles de stries glaciaires. Si deux symboles, qui se superposent, présentent une différence d'angle entre eux assez grande pour indiquer la présence d'un phénomène rare ou important, il est préférable de conserver ces derniers. Au contraire, si la différence des angles de ces symboles est minime, on peut les considérer comme redondants et ainsi éliminer un des symboles. Une telle valeur se trouve empiriquement. Pour plus de détail, consulter la section 0.
- **Minimal Tolerable Length (MTL)** : Le paramètre de longueur minimale s'applique pour les symboles linéaires et permet d'éliminer toutes lignes de longueur inférieure au paramètre d'entrée. Lors d'un changement d'échelle, il est possible que certains symboles linéaires deviennent trop petits (trop courts) et donc moins intéressants à représenter cartographiquement. Ce paramètre se calcule principalement par une méthode empirique, par exemple à l'aide de la moyenne de longueur des symboles. En prenant un paramètre plus petit que la moyenne, la généralisation des symboles sera plus « faible », au contraire un paramètre plus élevé entraînera une plus grande perte d'information. Plus de détails sont disponibles dans la section 0 concernant les symboles linéaires.
- **Minimal Tolerable Area (MTAR)** : Le paramètre de surface minimale s'applique aux symboles polygonaux (zones) et permet une généralisation en fonction de la superficie. En changeant d'échelle, certains symboles de zones deviendront nécessairement inadéquats et inutiles pour la représentation cartographique. Il est donc préférable de conserver seulement les plus grandes zones sur la carte généralisée. Le paramètre MTAR se calcule à l'aide de tests visuels en lien avec l'échelle de la représentation cartographique du symbole utilisé, mais peut aussi se faire à l'aide de la moyenne des surfaces. Cependant, il est souvent préférable de transformer les symboles de zones en symboles ponctuels. Dans ce cas, il est donc impératif d'éliminer toutes les zones qui pourraient être plus petites que le symbole ponctuel choisi pour les représenter. Pour plus d'information, consulter la section 0 sur la transformation géométrique des surfaces.

- **Minimal Tolerable Proximity (MTP) :** Le paramètre de proximité minimale permet d'éliminer certains symboles linéaires trop près l'un de l'autre. Cette proximité, reliée avec la représentation même des symboles linéaires peut engendrer une masse sombre lors d'un changement d'échelle. Pour plus d'information, consulter la section 0 qui donne plus de détails sur la généralisation par proximité.

Important

Pour calculer les paramètres correctement, il est important d'ajuster l'échelle de référence d'ArcMap (« Data Frame Properties – General ») en fonction de l'échelle cible. Cette échelle détermine la dimension des symboles cartographiques. Un mauvais paramètre peut entraîner des mesures erronées. En conséquence, les résultats de généralisation peuvent être trop élevés ou trop faibles (figure 13).

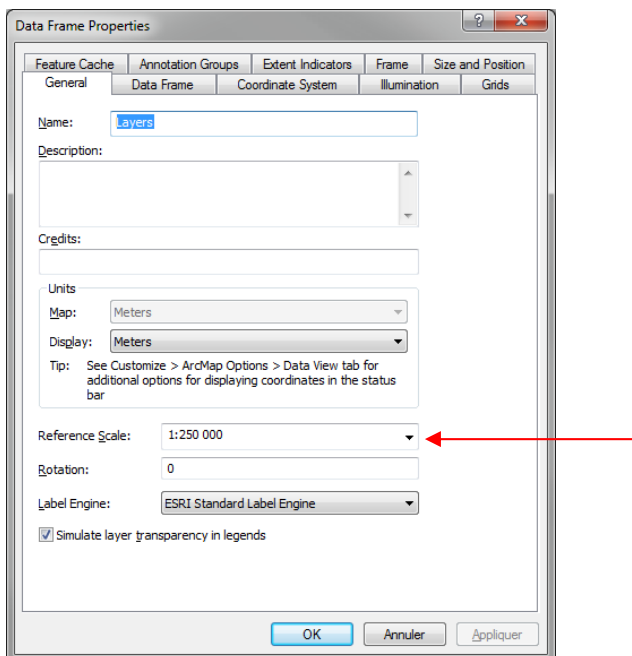


Figure 13. Exemple pour échelle cible de 1/250 000 sous ArcMap.

Choisir le bon modèle de généralisation

Cette partie repose sur l'interaction entre chacune des différentes classes de symboles. On analyse alors les classes une à une pour répertorier les divers problèmes qui pourraient s'y glisser et être corrigées par les outils de généralisation. Le plus souvent on observera des superpositions entre les symboles dus au changement d'échelle. Par exemple, à la suite d'un changement d'échelle du 1 /50 000 au 1/250 000, deux symboles ponctuels de kames peuvent se superposer.

Dans d'autres cas, une conversion de géométrie est nécessaire, par exemple la transformation d'un polygone vers un point. Pour une telle opération on doit s'assurer de choisir une superficie au moins égale ou plus grande que la superficie de la représentation cartographique de son équivalent ponctuel. Par exemple, un symbole circulaire et ponctuel de 250 m de diamètre ($S = 49\,000\text{ m}^2$) sur une carte au 1/250 000 doit nécessairement représenter tous les polygones possédant une superficie inférieure.

La généralisation des unités géologiques peut entraîner certains problèmes lorsqu'on y superpose les symboles cartographiques non traités. Par exemple, ceci peut causer un conflit de

superposition avec certains polygones. L'agrégation de certaines unités géologiques lors de la généralisation peut provoquer une incohérence si un symbole ponctuel était en relation avec un polygone maintenant disparu. Un bon exemple de ce problème est la superposition (après la généralisation) d'un symbole d'affleurement rocheux sur un polygone de substrat rocheux, ce qui est redondant. L'information qu'apporte un symbole ponctuel superposé à un polygone est un exemple des diverses relations qui existent entre les éléments d'une carte. Il est conseillé de faire l'inventaire de toutes ces relations afin de choisir la meilleure méthode de généralisation à utiliser.

Plusieurs autres exemples d'incohérence générée par les changements d'échelles existent. Voici une liste des différents modèles de base de la boîte à outils « Surficial Maps », qui permettent de les corriger.

- Symboles polygonaux (A - Polygons)
 - [Superficie minimale](#) (01 – Small polygons) : Modèle simple qui applique une cote 0 aux symboles qui ont une superficie inférieure à X m².
 - [Transformation en symboles ponctuels](#) (02 - Transformation of small polygons) : Modèle qui transforme des polygones ayant une superficie plus petite que X m² en un symbole ponctuel. Il élimine ensuite les superpositions entre ces nouveaux points.
- Symboles ponctuels (B - Points)
 - [Élimination des superpositions](#) (01 - Generic) : Épuration selon les superpositions de symboles entre eux.
 - [Modèle pour les stries glaciaires](#) (02 - Glacial striae) : Un modèle spécifique aux stries glaciaires et leur chronologie relative.
 - [Superposition avec des polygones](#) (03 - Generic with polygon overlaps) : Modèle pour enrayer les superpositions de symboles ponctuels sur une unité géologique, couplé avec l'épuration selon les superpositions entre symboles.
 - [Généralisation globale](#) (04 - Global generalization): Modèle pour éliminer les superpositions de symboles entre toutes les classes de symboles ponctuels.
- [Symboles linéaires versus ponctuels](#) (C – Lines vs Points) : Modèle pour la généralisation des symboles linéaires autour de certains symboles ponctuels généralisés et prioritaires.
- Symboles linéaires (D - Lines)
 - [Longueur minimale](#) (01 - Short lines) : Modèle simple qui applique une cote de 0 aux phénomènes plus courts qu'une longueur de X mètres.
 - [Superposition avec des polygones](#) (02 - Short lines with polygon overlaps) : Modèle pour corriger les problèmes de superpositions entre unités géologiques et les symboles linéaires, mais aussi pour identifier ceux qui ont une longueur inférieure à un seuil, comme le précédent modèle.
 - [Élimination selon la proximité](#) (03 - Close lines) : Modèle qui donne un cote de 0 pour les symboles linéaires trop près l'un de l'autre (proximité et non superposition) ainsi qu'une épuration selon la longueur.

- [Paire de symboles fortement liés](#) (04 - Related symbols) : Modèle qui gère la généralisation de deux classes différentes de symboles en lien l'un avec l'autre. Une généralisation selon la longueur sera aussi appliquée.
- [Lissage des contours](#) (05 – Smooth contours) : Modèle qui permet le lissage des courbes des symboles linéaires à l'échelle cible.
- [Fusion des symboles linéaires](#) (06 - Merge results within one field) : Modèle qui rassemble dans un même attribut tous les résultats des modèles de généralisation.
- [Symboles ponctuels versus linéaires](#) (E - Points vs Lines) : Modèle pour la généralisation des symboles ponctuels autour des symboles linéaires jugés prioritaires.

Les sections suivantes fournissent une description complète des menus contextuels des modèles de généralisation de symboles. Pour chaque modèle, la problématique visée sera discutée ainsi que les différents paramètres d'entrée et de leur effet sur les résultats finaux. Le tout est complété par quelques exemples appliqués pour faciliter la compréhension.

Symboles polygonaux (zones)

Référence dans la boîte d'outils : (Symbols : A - Polygons)

En fonction de l'échelle de généralisation, le cartographe peut choisir de représenter un phénomène géologique sous forme de polygone, de ligne ou de point. La généralisation des phénomènes représentés par des polygones (zones) peut se faire de plusieurs façons, soit :

- En éliminant certaines zones trop petites;
- En remplaçant la zone trop petite par un symbole ponctuel;
- En intégrant le type de phénomènes en une unité géologique distincte (eg: tourbière vers une unité de matériel organique).

Il est à noter que la généralisation des symboles polygonaux doit être accomplie seulement une fois que la généralisation des unités géologiques des formations superficielles a été réalisée. Il est possible qu'à la suite de cette généralisation, les symboles surfaciques se révèlent superflus pour la nouvelle échelle de travail. Parfois, les contours de ces zones devront faire l'objet de certaines modifications si par exemple ils étaient en relation avec les limites d'une unité géologique en superposition. Ainsi, certains symboles polygonaux, comme les tourbières, carrières ou sablières peuvent être intégrés à la couche matricielle de la géologie de surface avant généralisation.

Les sections suivantes renseignent sur les méthodes utilisées pour éliminer les incohérences susceptibles de toucher les symboles polygonaux lors d'un changement d'échelle.

Superficie minimale

Référence dans la boîte d'outils : (A – Polygons : 01 – Small polygons)

Ce premier modèle repose sur une règle simple, qui stipule que tous les phénomènes ayant une superficie inférieure à celle spécifiée par l'utilisateur seront éliminés.

Les paramètres d'entrée du modèle sont peu nombreux. Il y a la couche d'entrée ainsi que la superficie minimale tolérable. Un guide pour déterminer la superficie minimale est d'utiliser la trame (représentation cartographique) remplissant la surface, s'il y en a. La surface minimale est

celle qui permet de toujours bien distinguer la trame. On préserve ainsi une bonne lecture du symbole tout en obtenant un premier paramètre pour effectuer des tests si on souhaite optimiser le résultat. Un utilisateur peut aussi trouver la superficie minimale en fonction des plus petits polygones précédemment éliminés lors de la généralisation des polygones de formations superficielles. Par exemple, un utilisateur ayant utilisé 200 cellules de 20 mètres comme superficie minimale dans l'AC peut reprendre cette même superficie dans le présent modèle.

Transformation en symboles ponctuels

Référence dans la boîte d'outils : (A – Polygons : 02 - Transformation of small polygons)

Il peut s'avérer utile parfois de préserver certaines informations d'un phénomène généralisé, peu importe sa géométrie. Dans le cas des symboles surfaciques, il est possible de conserver tous les symboles moins étendus qu'une superficie cible.

L'outil propose la même méthodologie d'analyse qu'expliqué précédemment (superficie minimale), à la différence qu'il va permettre de conserver les symboles de petites superficies en les transformant en points (symbole ponctuel). On utilisera ce modèle pour les phénomènes répartis en grande quantité sur le territoire ou pour des phénomènes de grande importance.

Les résultats de la transformation peuvent être sauves sous une nouvelle couche géographique ou ajoutés à une couche préexistante fournie par l'utilisateur. Pour cette dernière option, il est important de fournir une valeur unique qui permettra de bien identifier les symboles transformés dans la couche géographique de points.

On remarque, sur la figure 14 et la figure 15 différents exemples de transformation de symboles cartographiques de surface en symboles ponctuels et la généralisation de ces symboles ponctuels résultants avec un modèle de superposition comme à la figure 14.

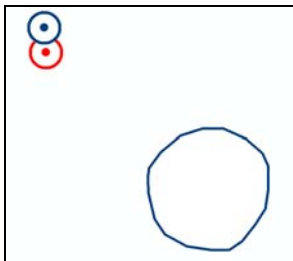


Figure 14. Exemple de transformation de symboles surfaciques, trop petits pour être conservée en symboles de surface (en haut gauche) pour ensuite éliminer les symboles ponctuels résultants qui se superposent entre eux. Le symbole rouge est celui qui a été coté 0 et n'apparaîtra pas sur la carte, les symboles bleus sont ceux qui restent sur la carte. En bas à droite, le symbole sera conservé tel quel.

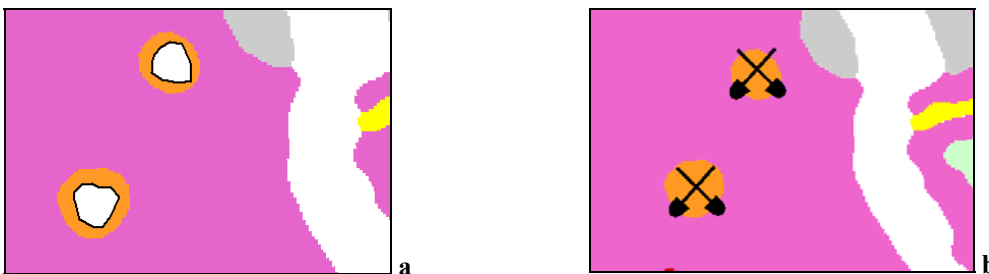


Figure 15. Représentation de deux symboles surfaciques (ici des gravières) a) avant généralisation b) après généralisation et transformation en symbole ponctuel.

Symboles ponctuels

Référence dans la boîte d'outils : (B - Points)

Cette série d'outils corrigent les problèmes de généralisation des symboles ponctuels.

Élimination des superpositions

Référence dans la boîte d'outils : (B – Points : 01 - Generic)

La détection de symboles superposés permet à l'utilisateur d'éliminer les empilements de symboles pour permettre une meilleure lecture de la carte généralisée.

Ce modèle a été construit sur la base d'un outil déjà disponible dans ArcGIS. Cet outil se nomme « Near » et se trouve dans la boîte d'outils d'analyse spatiale. Le modèle permet d'utiliser un algorithme d'analyse du voisinage. Le voisinage est une notion très importante dans la généralisation; il régit les différentes relations que les symboles et les unités géologiques ont entre eux. La section suivante présente un bref résumé des notions nécessaires à l'utilisation de l'outil d'élimination des superpositions.

Le modèle, qui a été élaboré permet à l'utilisateur de fournir une couche d'entrée ainsi qu'une distance du plus proche voisin (NFD).

Le paramètre de distance de voisinage est une valeur équivalente au diamètre de la représentation cartographique à l'échelle de généralisation du symbole analysé. Ce paramètre représente la distance la plus courte entre deux symboles avant d'être considérés comme des symboles qui se superposent. La distance est calculée en mètres en fonction de l'échelle cible, soit l'échelle à laquelle on souhaite généraliser.

La figure 16 montre que la distance minimale du plus proche voisin est le double du rayon d'un symbole, ce qui équivaut au diamètre de ce dernier. Lorsque les deux symboles sont à une distance inférieure à leur diamètre, ils sont nécessairement en superposition. Dans un tel cas, pour améliorer la lisibilité de la carte, un des deux symboles sera arbitrairement coté 0 dans la base de données et n'apparaîtra pas sur la carte.

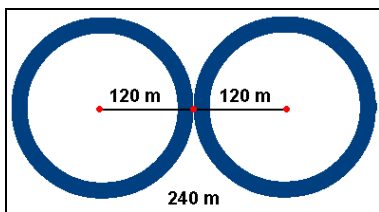


Figure 16. Exemple de calcul de la distance minimale possible entre deux symboles voisins de 240 m de diamètre.

Cependant, la figure 16 montre un cas simple (deux symboles seulement). Il est possible qu'un symbole se superpose à plusieurs autres symboles ou que plusieurs se chevauchent mutuellement (figure 17). On appelle ces deux catégories, des superpositions doubles et multiples.

On peut remarquer différents types de superpositions multiples à la figure 17. Les symboles rouges sont ceux qui ont été cotés 0 (donc éventuellement non visibles sur la carte généralisée). Il faut remarquer ici l'épuration des symboles qui seront ou non conservés, n'est pas déterminée de façon arbitraire. Le modèle va d'abord éliminer les symboles qui possèdent le plus grand nombre de superpositions avec ses voisins. Dans le cas de la figure 17a, on observe que le symbole en

rouge se superpose à deux symboles. Une fois ce dernier éliminé, le modèle procédera à une nouvelle analyse pour s'assurer qu'aucune autre superposition ne demeure. La figure 17b illustre un exemple où l'analyse doit être effectuée plus d'une fois pour éliminer tous les chevauchements. Si aucune nouvelle superposition n'est décelée l'analyse prend fin.

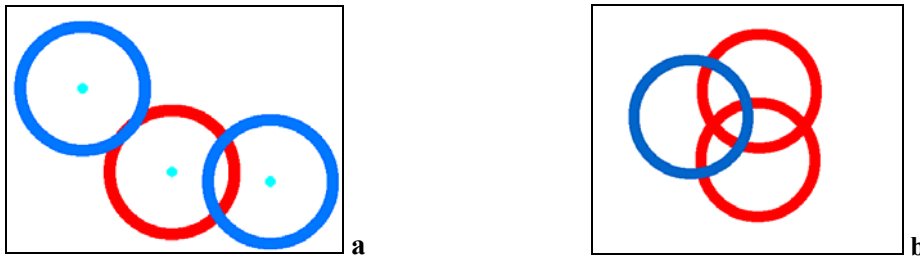


Figure 17. Exemples de superpositions multiples, les symboles en rouge représentent ceux qui ont été cotés 0 et donc ne seront pas affichés sur la carte.

Symboles ponctuels de forme allongée

En ce qui concerne le calcul de la distance du plus proche voisin, deux méthodes de pensée sont utilisées. La première étant une distance équivalente au diamètre du symbole analysé comme il a été mentionné plus haut. La deuxième utilise une distance qui, au contraire du diamètre, utilise la moitié de la longueur du symbole. Cette valeur sera utilisée seulement dans les cas de symboles ponctuels de forme allongée, par exemple les traînées morainiques, drumlins ou les stries glaciaires.

La raison pour laquelle on utilise cette méthode plutôt que la première provient du fait que les symboles sont représentés sous forme allongée. Cette représentation linéaire ne permet pas d'utiliser la longueur totale comme distance sans risque d'obtenir un résultat inadéquat. En général ces symboles spécifiques représentent un phénomène géologique où l'orientation est importante et possèdent donc une direction, d'où l'utilisation d'une représentation allongée pour un symbole ponctuel. Ces phénomènes géologiques sont souvent présents en groupes quasi parallèles et les symboles forment rarement des entrecroisements (sauf pour les stries glaciaires). Il n'est donc pas adéquat d'utiliser la longueur totale du symbole pour le calcul de voisinage car ils peuvent s'accommoder de moins d'espaces entre eux. On peut remarquer à la figure 18a qu'en utilisant une distance du plus proche voisin équivalente à la longueur totale du symbole, la généralisation engendrera une perte importante de symboles, qui en réalité ne nuisent pas nécessairement à la bonne lisibilité d'une carte. Au contraire sur la figure 18b beaucoup moins de symboles seront masqués si la distance du plus proche voisin est équivalente à la moitié de la longueur du symbole ciblé.



Figure 18. Généralisation d'un symbole ponctuel de forme allongée, en rouge sont les symboles qui ont été cotés 0 a) avec une distance équivalente à la longueur totale de la représentation du symbole cartographique à l'échelle généralisée b) avec une distance équivalente à la moitié de la longueur totale du symbole.

Modèle pour les stries glaciaires

Référence dans la boîte d'outils : (B – Points : 02 - Glacial striae)

Ce modèle reprend les mêmes principes que ceux établis dans le premier modèle de détection des superpositions entre symboles (01 - Generic). Toutefois, il a été spécialement élaboré afin de généraliser les symboles de stries glaciaires avec différents sens d'écoulement et une chronologie dans les phénomènes observés. Un tel modèle aide à généraliser cette classe de symboles particulière, mais ne parviendra probablement jamais à un résultat parfait. En conséquence, il est conseillé de réviser les résultats manuellement afin d'atteindre un résultat convenable.

La méthodologie de ce modèle de généralisation est plus complexe que les autres parce que cette classe de symboles comprend plusieurs informations importantes dans une seule représentation. D'abord, il faut préciser que les stries glaciaires sont réparties en deux catégories : les stries qui indiquent un sens connu de l'écoulement glaciaire et celles dont le sens est inconnu. Le modèle traite ces deux classes de symboles en une seule et même opération, car il est courant de retrouver ces symboles en groupe mixte.

Note: Si ces symboles sont séparés en plusieurs fichiers distincts, il est nécessaire de les regrouper dans un même fichier avec la commande « Merge », disponible dans les outils d'ArcGIS.

Priorisation de l'information des stries glaciaires

Une liste exhaustive a été élaborée afin de décrire les diverses informations rapportées par les stries glaciaires. Certaines règles ont par la suite été établies en fonction de l'importance de ces informations.

D'abord, la localisation géographique est la notion la plus importante. Le principe fondamental du modèle de généralisation des stries glaciaires exige que le traitement ne modifie pas l'emplacement des symboles. En plus d'être orientés en fonction de la direction connue ou inconnue de l'écoulement glaciaire, ces symboles sont souvent accompagnés d'une chronologie relative. Il est possible de retrouver plusieurs stries glaciaires au même endroit sur le terrain et le géologue établit une chronologie relative entre ces phénomènes. Les priorités ont été établies avec un géologue et celui-ci a indiqué que la chronologie relative des stries est plus importante que le sens d'écoulement (connu ou inconnu). De plus, une strie glaciaire avec sens d'écoulement connu est plus importante qu'une autre de sens inconnu.

Le tableau suivant décrit les huit niveaux de priorités accordés aux symboles de stries glaciaires. Cette liste est utilisée par le modèle de généralisation.

Tableau 3 Priorité des symboles de stries glaciaires entre eux.

Priorité (en ordre croissant)	Information rapportée
1	Groupement de stries glaciaires à sens connu avec chronologies relatives.
2	Groupement de stries glaciaires à sens connu sans chronologie relative.
3	Groupement mixte de stries glaciaires (sens connu et inconnu) avec chronologies relatives.
4	Groupement mixte de stries glaciaires (sens connu et inconnu) sans chronologie relative.

5	Groupement de stries glaciaires à sens inconnu avec chronologies relatives.
6	Groupement de stries glaciaires à sens inconnu sans chronologie relative.
7	Symbole unique d'une strie glaciaire à sens connu.
8	Symbole unique d'une strie glaciaire à sens inconnu.

Par exemple, lors de la détection d'une superposition, le symbole ou le groupe de symboles qui sera coté 0 est celui qui possède la priorité la plus faible (chiffre le plus élevé). Par conséquent, si un groupe de symboles de priorité 1 est en conflit de superposition avec des symboles de priorité 7 et 8, le modèle éliminera ceux de plus faibles priorités (7 et 8).

Un autre facteur considéré dans la sélection des éléments à éliminer visuellement, est l'orientation des symboles. Lorsque deux symboles en conflit sont parallèles, ou presque, et possèdent la même chronologie, ils représentent souvent la même information d'un phénomène et un des symboles est redondant. Par contre, à mesure que l'angle augmente entre les deux symboles, la possibilité qu'ils représentent des phénomènes distincts dans le temps (information différente) augmente et les deux symboles ont intérêt à être conservés. La figure 19 présente deux exemples. La décision quant à l'angle minimal revient au cartographe qui connaît le contexte du terrain cartographié.



Figure 19. Symboles qui se superposent avec divers angles a) différence significative des angles (phénomènes différents) b) différence d'angle trop semblable et non significative (même phénomène), le symbole en rouge a donc été coté 0.

Le paramètre de la valeur de l'angle indique la différence d'angle minimale et tolérable (MTA) entre les symboles pour pouvoir effectuer une généralisation. Lorsque le modèle détectera une valeur d'angle supérieure au paramètre inscrit, aucune modification ne sera apportée aux symboles.

Il est aussi possible de fournir au modèle le nombre de priorités à considérer dans la généralisation. Par exemple, il est possible de ne considérer que les 5 premiers niveaux de priorités (voir tableau 3 plus haut). Ce paramètre permet à l'utilisateur de raffiner le degré de généralisation. Les stries glaciaires sont, en général, des observations importantes, qui demandent une attention particulière. La présence de ce paramètre permet aussi d'optimiser la quantité de travail manuel qu'un professionnel aura à apporter à sa carte pour obtenir le résultat qu'il désire.

c

Il est très important de noter que la couche utilisée dans le modèle doit avoir une notation spécifique pour la chronologie. Les stries sans chronologie doivent être identifiées par "0". Notez que les blancs (espaces) sont considérés comme des vides (et donc incorrects).

Superposition de symboles ponctuels en relation avec les unités géologiques (polygones)

Référence dans la boîte d'outils : (B – Points : 03 - Generic with polygon overlaps)

Ce troisième modèle utilise les relations entre les symboles ponctuels et les unités géologiques des formations superficielles (polygones). Il reprend la méthodologie utilisée dans le premier modèle (01 - Generic), soit la proximité des symboles entre eux.

Lors de la généralisation des unités géologiques, il est possible que certains polygones fusionnent pour en former un plus grand. Ainsi un symbole ponctuel, à l'origine situé entre deux polygones, se retrouve maintenant à l'intérieur du nouveau polygone produit par la fusion de polygones plus petits ou rapprochés. Cette superposition avec de nouveaux polygones peut amener une incohérence ou une redondance de l'information. Par exemple, un symbole ponctuel d'affleurement rocheux indique la présence de roche en place. Cette information est la même qu'une unité géologique de substrat rocheux (polygone). Si après la généralisation, un symbole ponctuel d'affleurement rocheux superpose un polygone de substrat rocheux, l'information est redondante. Le modèle va éliminer le symbole ponctuel redondant.

C'est avec le présent modèle qu'il sera possible d'éliminer ces superpositions indésirables générées par la fusion des unités géologiques. Un exemple est représenté à la figure 20. Après généralisation des unités, le symbole d'affleurement (en rouge dans le cercle noir) se retrouve maintenant à l'intérieur d'une unité de roche en place (brun). Le symbole est donc superflu et la cote "0" lui a été assignée.

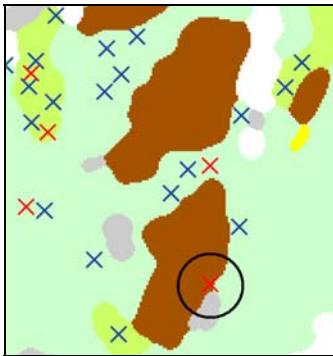


Figure 20. Représentation d'un symbole ponctuel (affleurement rocheux représenté par un X) éliminé visuellement, car il se superposait à un polygone de substrat rocheux (polygone brun). Notez aussi que les autres symboles ont aussi été généralisés en fonction de leur proximité. Les symboles en rouge ne seront pas affichés.

Généralisation globale de tous les symboles ponctuels

Référence dans la boîte d'outils : (B – Points : 04 - Global generalization)

Les différentes opérations qui ont été accomplies jusqu'à cette étape s'appliquaient aux classes individuelles de symboles. Cependant, ces différentes classes peuvent avoir diverses interactions entre elles. La généralisation globale tente de gérer ces interactions entre les classes et d'éliminer les symboles qui posent un problème de lisibilité.

Avant de fournir à l'application les couches de points (symboles ponctuels) généralisées, il est nécessaire d'attribuer une valeur d'importance aux symboles les uns par rapport aux autres. En appliquant ainsi une priorité cartographique pour chacune des catégories de symboles (affleurements, kettles, mines, etc.), l'outil pourra déterminer quels symboles seront éliminés

visuellement si des superpositions sont détectées. Par exemple, dans le cas d'une superposition d'un affleurement rocheux et d'une strie glaciaire, il est préférable d'éliminer l'affleurement plutôt que la strie glaciaire parce que cette dernière est identifiée plus importante. Cela permet donc de laisser de l'espace et une meilleure visibilité à la strie. Le modèle reste simple d'utilisation; d'abord fournir la couche géographique dans laquelle toutes les classes de symboles ponctuels sont représentées. On spécifie ensuite le champ dans lequel les valeurs uniques identifiantes ces classes sont disponibles. L'utilisateur doit ensuite fournir une valeur de priorité suivi de l'identifiant du symbole ainsi que la distance du plus proche voisin attribuable à chacune des classes. Par exemple : « 1,STRSC,1200 », indique une Strie glaciaire à sens connu de priorité 1 et doit être analysé avec 1200 m de distance pour les plus proches voisins.

Optionnellement, il est possible d'ouvrir et de sauvegarder des listes de priorités en format texte (.txt), permettant ainsi d'économiser du temps lorsque le modèle doit être utilisé plus qu'une fois.

La prochaine figure présente divers résultats de généralisation des interactions possibles entre les catégories de symboles. Les symboles rouges sont ceux qui seront cotés 0 par le modèle, car ils ont été détectés comme étant en superposition avec un symbole de priorité supérieure.

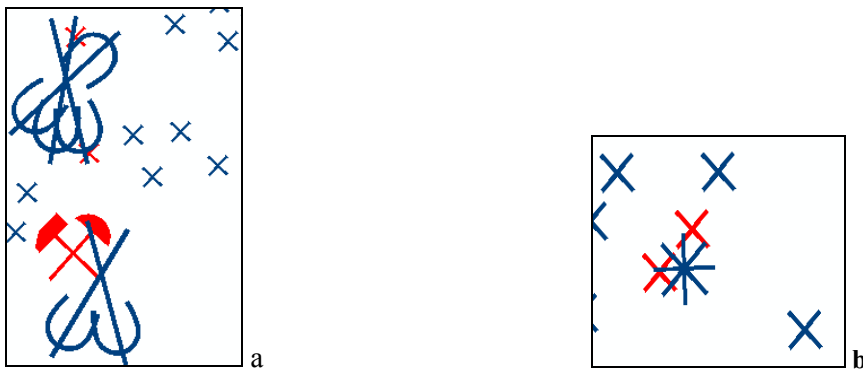


Figure 21. Exemples de généralisation globale, les symboles rouges sont ceux qui seront cotés 0 a) stries glaciaires, affleurements rocheux, carrière b) affleurements rocheux et kame.

Symboles linéaires versus symboles ponctuels

Référence dans la boîte d'outils : (C - Lines vs Points : Cut lines near points)

Tout comme il a été démontré dans la section sur la généralisation globale des symboles ponctuels, il est nécessaire d'appliquer la généralisation non pas seulement sur une seule classe de symboles, mais aussi sur l'ensemble de ceux-ci.

Il existe plusieurs possibilités de relations et d'interactions entre les symboles linéaires et ponctuels ayant divers types de géométries. En effet, lors d'un changement d'échelle, tous les symboles peuvent entrer en conflit et se superposer. Il est donc nécessaire d'éliminer ces erreurs de la carte finale.

Des niveaux de priorités sont assignés aux symboles ponctuels et linéaires pour gérer les conflits entre eux. Le présent modèle fait la gestion des symboles ponctuels prioritaires par rapport aux symboles linéaires. Le cas inverse est traité dans une autre section, à la suite de la généralisation des symboles linéaires.

Si on souhaite utiliser plusieurs classes de symboles linéaires, ayant chacune une distance d'analyse du voisinage distincte, il est possible d'ouvrir et de sauvegarder les paramètres dans un fichier texte.

La figure 22 présente les résultats de généralisation appliqués sur les lignes et les points. En rouge on retrouve les sections tronquées des symboles linéaires.

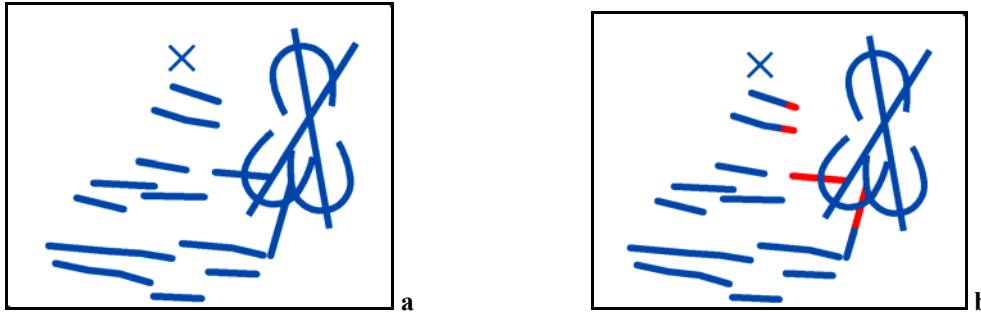


Figure 22. Symboles ponctuels et linéaires. a) avant généralisation b) après généralisation, en rouge sont les symboles qui ont été tronqués.

Symboles linéaires

Référence dans la boîte d'outils : (D - Lines)

La généralisation des symboles linéaires demande une approche spécifique. Cinq modèles de généralisation ont été créés et sont présentés dans les prochaines sections.

D'abord, tout comme les symboles ponctuels, la représentation des symboles linéaires influe sur la généralisation de ces derniers. La longueur minimale (MTL) utilisée par les modèles de généralisation est déterminée en fonction de leurs formes et de leurs épaisseurs.

Longueur minimale des symboles linéaires

Référence dans la boîte d'outils : (D – Lines : 01 – Short lines)

Le premier modèle est le plus simple. Il se base surtout sur l'épuration des symboles en fonction de leur longueur. Un symbole, ayant une longueur plus petite que celle spécifiée par l'utilisateur, sera éliminé visuellement (cote « 0 »).

Ce modèle possède seulement deux paramètres d'entrée, soit sélectionner la couche de symboles linéaires à généraliser et la longueur minimale à respecter (MTL). Il est utile pour des symboles qui sont présents en grande quantité sur des cartes, et qui possèdent une longueur moyenne relativement petite, comparativement à l'échelle cible.

La figure 23 ci-dessous démontre bien le résultat d'un modèle de généralisation selon une longueur minimale. Sur la première image, le paramètre de longueur a été déduit en fonction du style de représentation cartographique du symbole. Le symbole est représenté sous forme de ligne sur laquelle des cercles pleins sont présents à égale distance. Ainsi, un paramètre de longueur pour ce symbole doit au minimum être égal à la longueur du symbole comportant au moins deux cercles pleins. Cette petite règle permet de conserver la lisibilité du symbole. En prenant une longueur minimale trop petite qui ne conserverait qu'un seul cercle plein, il serait plus difficile de reconnaître le symbole.

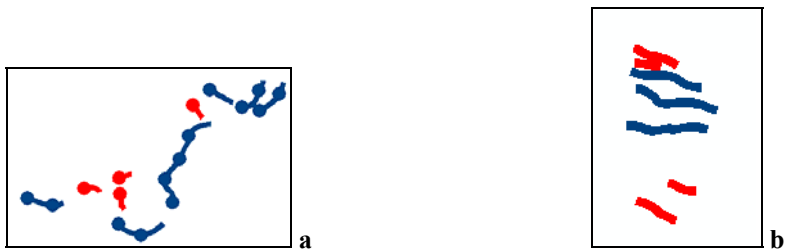


Figure 23. Exemples de généralisation de symboles linéaires selon des longueurs minimales a) crêtes morainiques b) drumlinoïdes.

Superposition de symboles linéaires avec des unités géologiques (polygones)

Référence dans la boîte d'outils : (D – Lines : 02 - Short lines with polygon overlaps)

Ce modèle se base sur un modèle de généralisation déjà développé pour des symboles ponctuels. Il sert à éliminer la superposition possible entre un symbole linéaire (entier ou partiel) et un polygone. Un tel cas peut engendrer une redondance d'information ou une contradiction, à la suite de la généralisation des unités géologiques. On peut observer à la figure 24 un exemple de détection d'une portion d'un symbole linéaire superposant un polygone, alors que cette superposition est inconsistante. Cette superposition étant indésirable, le symbole sera fractionné et la section à l'intérieur du cercle noir sera cotée 0 lors de la généralisation.

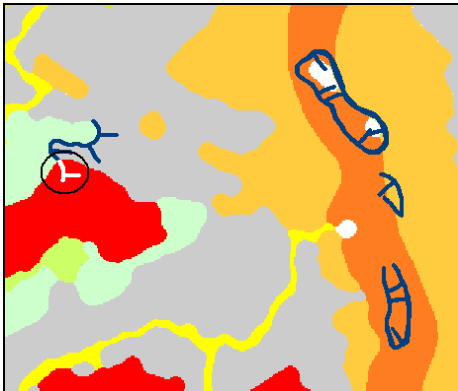


Figure 24. Détection d'un symbole de terrasse superposant un polygone de roche en place, le résultat est incohérent. La portion du symbole blanc encadrée sera cotée 0 lors de la généralisation.

Les paramètres d'entrée pour ce modèle sont simples. Ils sont pour la plupart identiques à ceux utilisés dans le modèle 03 (points). La seule différence est que la valeur de distance du plus proche voisin est remplacée par une longueur minimale des symboles linéaires.

Élimination de symboles linéaires selon la proximité

Référence dans la boîte d'outils : (D – Lines : 03 - Close lines)

En plus des problèmes de superposition, la lisibilité de la carte peut être compromise par la trop grande proximité des symboles. On identifie facilement les symboles qui nécessitent une généralisation avec ce type de modèle puisque ça donne souvent comme résultat une masse compacte de symboles. Un bon exemple de cette caractéristique est présenté à la figure 25.

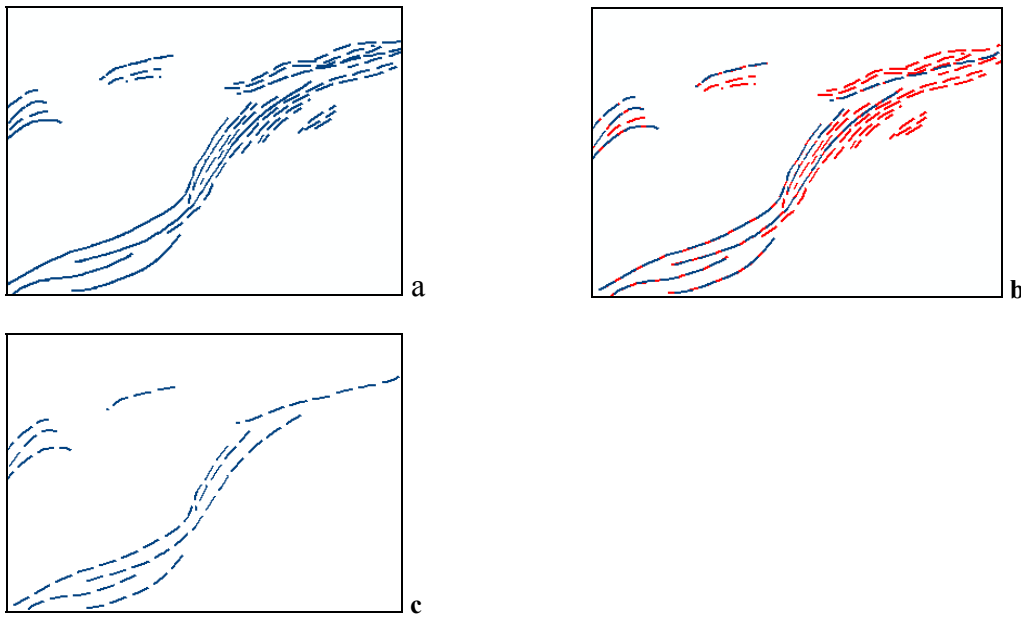


Figure 25. Exemple de symboles de plages à une échelle finale, dont les entités sont trop près les unes des autres a) un tel résultat est plus difficile pour la lisibilité sur une carte finale b) en rouge sont les symboles qui seront cotés 0 lors de la généralisation c) aperçu après la généralisation.

Les paramètres d'entrée de ce modèle sont semblables aux autres modèles de symboles linéaires, soient une couche d'entrée et une longueur minimale, avec l'ajout d'un paramètre supplémentaire : la proximité minimale entre deux symboles (MTP). Une valeur empirique peut se calculer en doublant la largeur du symbole ciblé. Cette valeur est donc directement liée avec la représentation cartographique du symbole à une échelle donnée.

Ce modèle est utilisé sur les symboles qui représentent des séries de phénomènes parallèles à proximité les uns des autres, par exemple les crêtes de plage ou les moraines. Toutefois, il faut porter attention aux symboles qui peuvent s'entrecroiser (car ces symboles sont automatiquement considérés comme "trop près" puisqu'ils se touchent), comme les sillons glaciaires. Une généralisation trop importante aura lieu et le phénomène tel qu'il est sur le territoire ne sera plus bien représenté. Il n'est donc pas conseillé d'utiliser ce genre de classe de symboles dans le modèle.

Paire de symboles linéaires en relation

Référence dans la boîte d'outils : (D – Lines : 04 - Related symbols)

Ce modèle particulier est spécifique à certains symboles géologiques linéaires. Certains symboles sont reliés avec un second symbole lui servant de limite. Ils représentent par exemple l'emplacement probable d'une entité enfouie dans le sol. Il est donc impératif de généraliser les deux ensembles, parce qu'un n'existe pas sans l'autre.

La paire de symboles est composée d'un symbole primaire qui est le phénomène observé, et un symbole secondaire qui représente l'extension probable du phénomène. La généralisation du premier entraîne la généralisation du second.

La figure 26 présente un exemple concret de ce qu'est la généralisation pour une paire de symboles en relation. On remarque que la généralisation selon la longueur s'effectue seulement

sur le symbole primaire. Une fois ces derniers identifiés comme trop petits, le modèle cotera la visibilité à 0 de tous symboles secondaires en relation avec les symboles primaires éliminés.

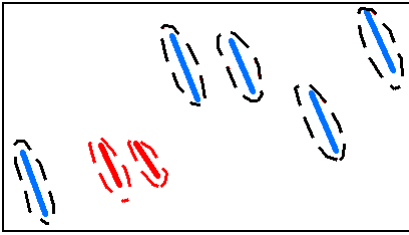


Figure 26. Exemple d'une généralisation pour une paire de symboles de forme profilée enfouie. Les symboles en rouge sont ceux qui seront cotés 0. Le symbole primaire est celui représenté en bleu tandis que le symbole secondaire est en tirets noirs.

Il existe deux façons d'établir la relation entre le symbole primaire et le symbole secondaire qui forment la paire. La méthode la plus sûre est d'utiliser un identifiant unique qui lie les deux membres de la paire. Si cette information existe, il est possible d'indiquer le champ où se trouve cette information dans l'interface de saisie. Toutefois, si aucune relation explicite n'est disponible dans la base de données, il est possible de fournir une distance délimitant une zone tampon nécessaire à la détection des symboles secondaires. Il faut donc établir une distance tampon égale à la localisation la plus éloignée entre un symbole primaire et son symbole secondaire. Pour ce modèle, certains réajustements manuels seront généralement requis puisque le paramètre pour la détection des symboles secondaires ne donne pas toujours un résultat parfait. Une zone tampon trop grande risque d'englober trop de symboles par certains endroits et éliminer des symboles qui ne devaient pas l'être ailleurs. Une zone tampon trop petite risque de ne pas éliminer tous les symboles secondaires ciblés.

Une option est disponible afin d'identifier les symboles secondaires qui auraient pu être manqué par le modèle. Un nouveau champ « GROUP_FLAG » dans lequel sera inscrit le mot « Error » permettra à l'utilisateur de retrouver ces symboles. Un deuxième champ « GROUP_ID » dans lequel sera inscrit un identifiant unique pour chacune des paires de symboles détectées, permet de conserver la relation des symboles et de la modifier manuellement s'il y a lieu.

Lissage des contours de symboles linéaires

Référence dans la boîte d'outils : (D – Lines : 05 - Smooth contours)

Certains symboles linéaires de grande longueur peuvent devenir quasiment rectilignes lors d'un changement d'échelle, surtout si ce changement est majeur. Il est donc nécessaire pour ces symboles de lisser leurs courbes afin d'obtenir un rendu plus agréable à l'œil et surtout un aspect plus naturel.

Le présent modèle prend en entrée la couche géographique linéaire et le nom d'une couche en sortie (puisque les géométries seront modifiées). Un paramètre de tolérance pour le lissage est aussi demandé, ce dernier doit être calculé en fonction de la longueur moyenne des creux des courbes présentes sur le symbole linéaire. Une distance trop petite aura peu d'effet, et un nombre trop élevé aura l'effet inverse.

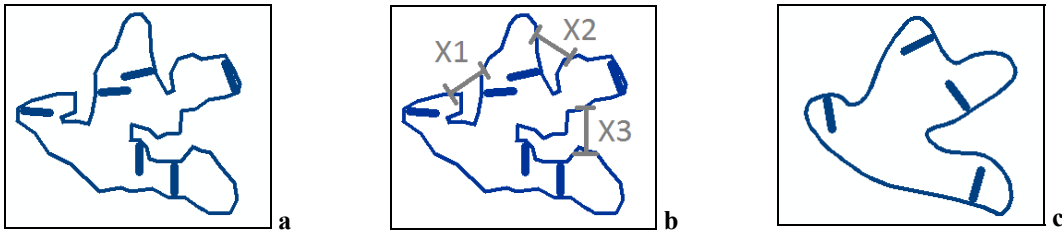


Figure 27. Symbole linéaire a) avant généralisation b) avec exemple de distance à calculer pour déterminer le paramètre de lissage c) après lissage de ses courbes pour améliorer sa lisibilité.

Fusion des résultats de généralisation des symboles linéaires

Référence dans la boîte d'outils : (D – Lines : 06 - Merge results within one field)

Ce modèle n'effectue aucune généralisation, mais est une opération de post-généralisation. Les étapes de généralisation ajoutent chacune des champs aux couches contenant le résultat du traitement. Il est utile de ramener toutes ces annotations contenues dans différents champs sous un seul et unique champ. Ce modèle a donc spécialement été conçu pour consolider les résultats de généralisation qui se retrouvent sous plusieurs attributs (D01 à D05). Le nouveau champ contiendra lui aussi des résultats de type zéro et un.

Il suffit d'entrer la couche géographique de symboles linéaires et de sélectionner tous les champs de généralisation que l'on souhaite regrouper.

Symboles ponctuels versus symboles linéaires

Référence dans la boîte d'outils : (E - Points vs Lines : Generalize points near lines)

Ce dernier modèle pour symboles linéaire va permettre de nettoyer les symboles ponctuels de faibles priorités autour de symboles linéaires jugés prioritaires. En d'autres termes, le présent modèle est l'inverse de « C – Lines vs Points » présenté plus haut sous la section 0.

Tout comme le modèle des symboles linéaires versus symboles ponctuels il est possible de spécifier une couche de symboles linéaires, cette fois prioritaire, une couche de symboles ponctuels, ainsi qu'une distance d'analyse pour la détection des symboles à nettoyer. L'utilisateur doit fournir une liste de classes de symboles ponctuels sur lesquelles la généralisation sera effectuée. Pour assurer que les précédents résultats de généralisation soient conservés et pris en compte dans le modèle, on demande à l'utilisateur d'entrer en paramètre le dernier champ contenant les résultats de la dernière généralisation de la couche cible.

Notez que, dans ce modèle, tous les symboles linéaires sont jugés comme étant prioritaires par rapport à ceux contenus dans la liste construite par l'utilisateur. Cette méthode permet une plus grande rapidité d'exécution du modèle.

La prochaine figure démontre un exemple de généralisation de symboles ponctuels autour de symboles linéaires avec une distance d'environ 100 mètres comme valeur de détection.

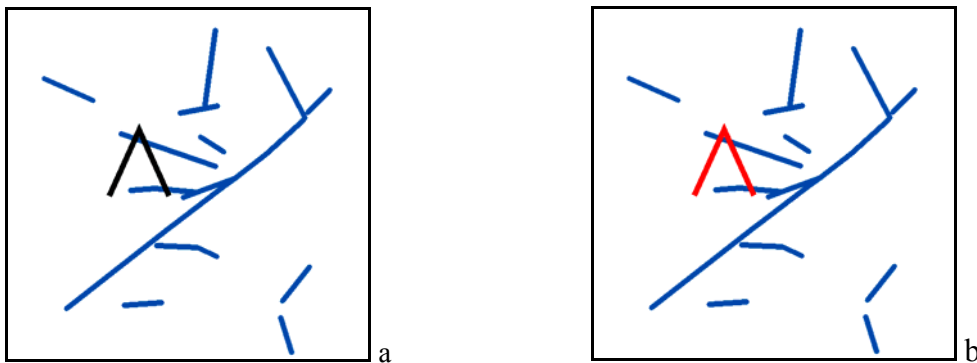


Figure 28. Symboles ponctuels, affleurements probables, et linéaires, sillons d'iceberg a) avant généralisation b) après généralisation, le symbole rouge a été coté 0 par le modèle.

Récupération d'information (Post-généralisation)

Référence dans la boîte d'outils : (G – Post Generalization : Retrieve points/lines around points/lines)

La généralisation des symboles se définit par l'épuration de ces derniers lors d'un changement d'échelle, mais il est possible que cette épuration ne produise pas les résultats escomptés.

Il a été noté que sur certains territoires la généralisation peut entraîner une classe de symboles à disparaître au voisinage d'une autre. Toutefois, la présence des deux symboles à proximité représentait un phénomène important. Un modèle de post-généralisation a donc spécialement été conçu pour récupérer ces classes de symboles qui ont été éliminées du voisinage d'une autre classe au cours des divers processus. Il suffit d'entrer en paramètre une valeur de distance entre les deux types de symboles et les informations de bases relatives aux couches géographiques pour que le modèle puisse être appliqué.

Il est possible de gérer quatre situations différentes à l'aide du présent modèle, chacune s'appuyant sur les mêmes analyses.

- Points au voisinage de points
- Points au voisinage de lignes
- Lignes au voisinage de points
- Lignes au voisinage de lignes

Pour pouvoir opérer cet outil, l'utilisateur doit fournir, sous forme de couche géographique ou d'attribut, la classe de symboles principale et récupérée. La classe principale étant celle représentant l'information de base. C'est au voisinage de celle-ci que l'outil ira chercher les symboles manquants, dit récupérés. Une distance d'analyse est demandée afin de récupérer les symboles qui seront cotés 1.

Par exemple, considérons les symboles d'affleurements rocheux et de traînées morainiques. Un utilisateur souhaite retrouver les affleurements à proximité des traînées morainiques parce qu'ils révèlent une information importante. Le symbole principal est « traînées morainiques » et les symboles récupérés sont les affleurements rocheux. L'utilisateur doit ensuite fournir une distance (ex. : 325 mètres) comme valeur d'étendue d'analyse du voisinage. Le module va ainsi restituer tous les symboles d'affleurements rocheux en deçà de 325 mètres des traînées morainiques (figure 29)



Figure 29. Symboles primaires, traînées morainiques, et secondaires, affleurements rocheux a) avant la post-généralisation b) après la post-généralisation. Les symboles roses sont ceux qui ont été cotés 1 à la suite de l'analyse, ils seront donc de nouveau affichés sur la carte.

Afin de bien déterminer la distance de récupération il est recommandé de tester avec une valeur équivalente à la distance du plus proche voisin (« Near Feature Distance » NFD) dans les cas de symboles ponctuels de forme symétrique ou de la moitié du NFD pour ceux qui sont représentés par des formes allongées comme les traînées morainiques (symbole ponctuel, figure 29a).

Généralisation des unités géologiques (Bedrock)

Référence dans la boîte d'outils : (2b – Bedrock maps : Geological Polygons)

Le modèle de généralisation des cartes géologiques de la roche en place est dérivé du modèle utilisé pour les cartes géologiques de formations superficielles. Les cartes de roche en place possèdent des caractéristiques qui demandent des traitements spécifiques. Le modèle permet de faire la gestion des failles et des dykes (en option) pour qu'ils soient exclus de la généralisation. Par exemple, la coïncidence des bordures des polygones et des failles peut être préservée. C'est la principale différence entre les deux modèles de généralisation de polygones proposés par le GeoScaler.

Les sections suivantes apportent de plus amples indications concernant les différentes étapes de préparation des données, la généralisation, ainsi que les post-opérations propres aux cartes géologiques de roches en place.

Préparation des données

Conversion : format vectoriel vers matriciel

Référence dans la boîte d'outils : (Geological polygons : 01 – Data preparation)

La conversion des données est nécessaire pour tout utilisateur possédant une couche initiale de polygones de géologie de la roche en place sous format vectoriel. Le modèle prend en entrée une couche vectorielle ainsi qu'un attribut dans lequel sont conservés les codes *numériques* identifiant les unités de roche en place pour les convertir en format matriciel. De plus, il est possible d'ajouter une couche de failles afin que ces dernières soient prises en compte dans le processus de généralisation. Il est à noter que les failles obtiendront la cote 9999 afin de bien les distinguer dans la matrice résultante. Tout comme le modèle de préparation des données pour les cartes de formations superficielles, l'utilisateur doit spécifier la taille des cellules de la matrice de sortie. Cette taille doit être proportionnelle à l'échelle cible; les cellules trop petites engendrent un processus de généralisation plus long que les cellules plus grandes.

Application de l'automate cellulaire (AC)

Référence dans la boîte d'outils : (Geological polygons : 02 – Cellular Automata)

La méthode de l'automate cellulaire (AC) a été présentée à la section 7 et cette section ne présentera que les aspects spécifiques à l'utilisation de cette méthode aux cartes de roche en place. Ce modèle soustrait certains éléments de la généralisation de sorte que leur position ou leur géométrie soit conservée.

La première méthode consiste à figer les limites des polygones le long des failles pendant le processus de généralisation. Cette méthode permet de conserver la coïncidence entre les contacts des unités et les failles et ainsi permettre de conserver l'aspect de « cassure » de celles-ci. Le code représentant les failles est demandé à l'utilisateur ainsi qu'un nombre de cellules voisines délimitant la zone de protection de la généralisation. Par exemple, un utilisateur pourrait bloquer une zone d'environ 80 mètres tout autour des failles (ou 4 cellules si des cellules de 20m sont utilisées).

La deuxième méthode implique le gel d'un type de lithologie, sans délimiter un nombre de cellules voisines. Le meilleur exemple est le cas des dykes. L'unité qui se présente généralement sous la forme d'un mince ruban serait rapidement éliminée par l'AC, alors qu'il est au contraire important de les conserver sur la carte. Un utilisateur a donc le choix de spécifier le code de certaines unités qu'il souhaiterait ne pas voir généraliser.

Finalement, lors de la généralisation des unités géologiques, pour ne pas surcharger le poste de travail on doit considérer la mémoire disponible pour le processus. Le tableau 4 ci-dessous informe sur le nombre de cellules qu'il est possible de traiter en fonction du système utilisé ainsi que la quantité de mémoire vive allouée. Il est recommandé de subdiviser les grosses matrices en plusieurs matrices de moindre taille pour éviter des pertes de temps

Tableau 4. Nombre de cellules maximal qu'il est possible de traiter en fonction de la quantité de mémoire vive disponible et exploitable.

Système d'exploitation (bits)	Mémoire vive disponible (Go)	Nombre maximal de cellules
32	1	6 000 000
64	16	33 000 000
64	32	105 000 000

Notice aux utilisateurs d'ArcGIS 10.1

La généralisation des unités géologiques avec failles et/ou des unités bloquées de toute généralisation doivent être effectuée dans l'environnement ArcGIS 10.0 avec le « Service Pack » 5.

Les problèmes ont été détectés sous ArcGIS 10.1 sans « Service Pack ».

Post opérations sur les résultats

Référence dans la boîte d'outils : (Geological polygons : 03 – Post processing)

Dans ce modèle il est possible, à partir des données originales, d'effectuer des retouches sur le résultat de la généralisation des unités géologiques. Par exemple, l'utilisateur qui possède déjà les failles sous format vectoriel linéaire, doit éliminer ces dernières de la couche de polygones généralisés (Remove all fault cells) pour ne pas dupliquer l'information.

De plus, il est possible d'éliminer les polygones trop petits à l'échelle cible, dont la taille est inférieure à 200 cellules (Remove small polygons). Des exemples sont présentés à la figure 30. Toutefois, il est encore possible d'exclure certaines classes de ce traitement et les prévenir de l'élimination malgré leur faible étendue (comme le cas des dykes discuté précédemment). Il suffit de fournir la liste des identifiants des classes à conserver.

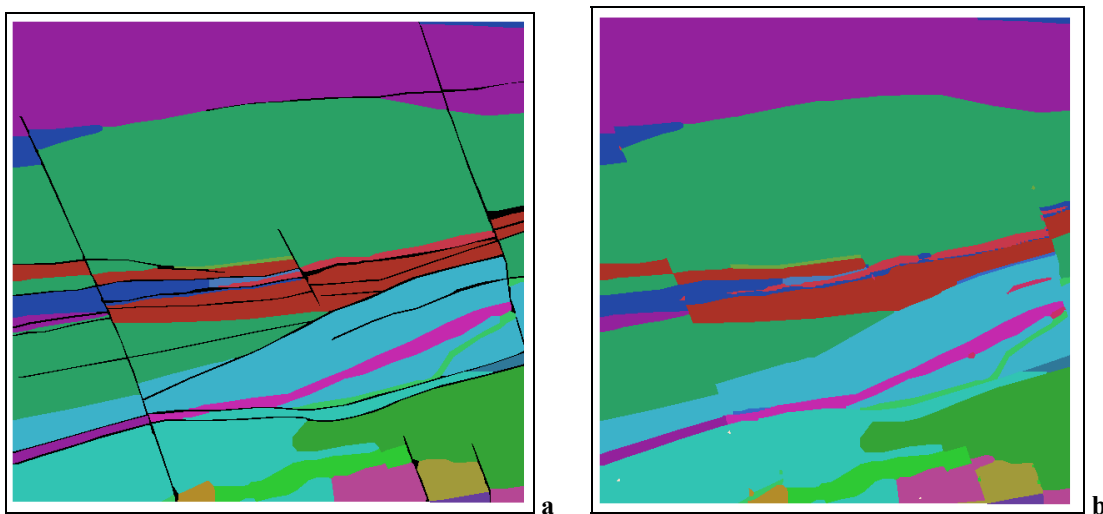


Figure 30. Exemples d'opérations sur les résultats avec différentes options. a) Les failles ont été conservées et les polygones plus petits que 200 cellules supprimés. b) Les failles n'ont pas été conservées, mais tous les petits polygones l'ont été.

Conversion : format matriciel vers vectoriel, et plus

Référence dans la boîte d'outils : (Geological polygons : 04 – Raster to feature and more)

Ce modèle permet de convertir le résultat matriciel vers le format vectoriel (comme présenté dans la section 7). Cette étape simple nécessite une matrice d'entrée et une couche vectorielle de sortie.

Tout comme le modèle équivalent pour les formations superficielles, il est aussi possible de découper les pourtours du résultat final afin de faire concorder ces derniers avec une bordure comme des limites de feuillets NTS.

Enfin, comme dernière option, il est possible de lisser les résultats en spécifiant un paramètre de tolérance. Ce paramètre doit être égal à la longueur des courbes indésirable que l'on souhaite lisser et ainsi voir disparaître. Noter que cette étape peut avoir une incidence sur la forme des contacts entre les unités géologiques et les failles.

Généralisation des symboles (Bedrock)

La différence importante entre les cartes de la roche en place et les cartes de formations superficielles réside dans la diversité des symboles. Le nombre de symboles est moindre sur des cartes de la roche en place. La prochaine section résume donc le modèle développé pour la généralisation conjointe de deux types de symboles fréquemment utilisés sur des cartes de la roche en place.

Linéation associée à un plan

Référence dans la boîte d'outils : (Symbols : Plane and lineation)

Ce modèle traite les paires de symboles qui représentent des linéations associées à un plan. Les deux symboles, traités comme une seule entité, représentent une mesure complexe ou une linéation (composée d'un azimut et d'une plongée) est observée sur un plan qui est rapporté à l'aide d'un azimut et d'un pendage.

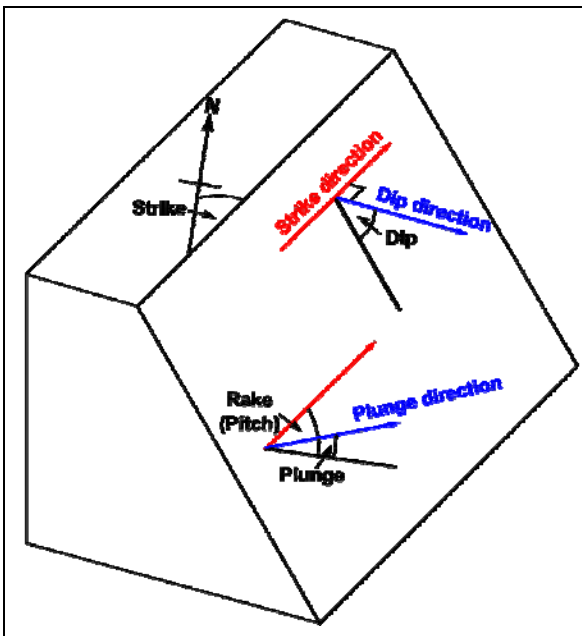


Figure 31. Tiré de http://en.wikipedia.org/wiki/Structural_geology

En introduction, il est bien de mentionner que le modèle vérifie d'abord la validité des données en entrée. Au départ ce dernier s'assure que les azimuts entre les deux classes sont cohérents. Par exemple, le modèle vérifie que l'angle entre les symboles linéaire et planaire se situe dans une plage de valeur valide, un exemple incohérent est donné à la figure 32. Une telle étape permet d'assurer la cohérence des données initiales. Ces résultats de validation sont disponibles dans la couche résultante sous l'attribut « GROUP_FLAG ». Cette étape est optionnelle et disponible sous une boîte à cocher « Flag errors ».

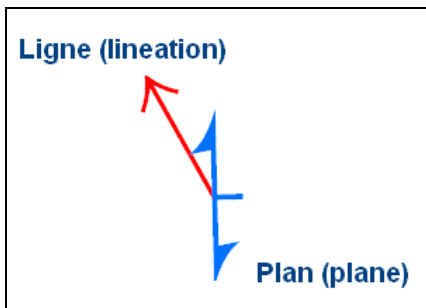


Figure 32. Exemple d'un symbole de foliation autour duquel un symbole de linéation ne possède pas le bon angle d'azimut.

Par la suite, le modèle détectera les paires de symboles à l'aide d'une zone d'environ 15 mètres autour des symboles planaires. Cette méthode permet de repairer des symboles qui ne sont pas exactement superposés suite à des erreurs de numérisation.

Comme pour la méthode de généralisation des stries glaciaires discutée plus haut, plusieurs étapes d'analyse seront effectuées. Principalement, ces étapes se composent de certaines règles préétablies et de priorités entre les deux types de symboles. La priorité va d'abord à tous les symboles qui seront détectés comme étant en paires, ou en groupes, soit un symbole planaire et un de linéation, tous deux situés au même point de localisation. Une priorité plus faible est accordée pour tout symbole qui n'est pas en groupe. Lors de l'épuration des superpositions à l'aide de ces priorités, le modèle pourra ainsi identifier lequel ou lesquels des symboles seront cotés 0 dans la base de données. Dans l'exemple illustré à la figure 33, on remarque que la lisibilité est nettement accrue et que le symbole en paire n'a pas été coté 0, car il a été identifié comme prioritaire.

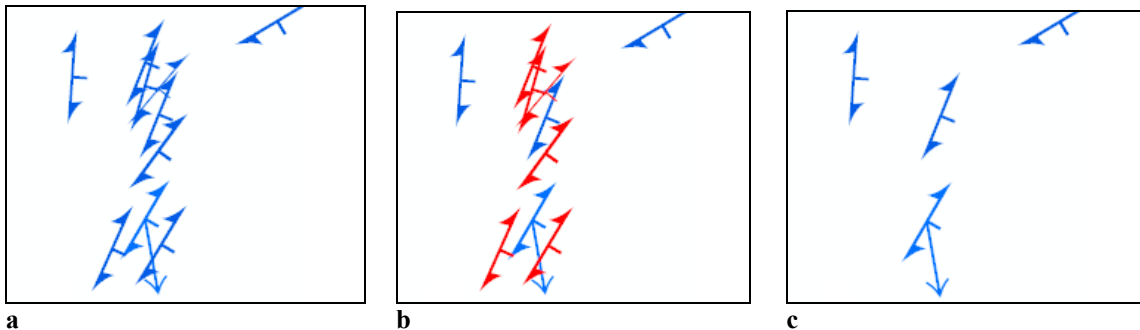


Figure 33. Symboles de foliations et de linéations lors d'un changement d'échelle a) avant généralisation b) pendant la généralisation, les symboles rouge seront cotés 0 c) aperçu du résultat de la généralisation.

On demande d'abord à l'utilisateur les deux couches dans lesquelles sont contenus les symboles planaires et linéaires. Ensuite, l'utilisateur doit identifier les champs où se trouvent l'azimut des symboles (Azimutal angle), le pendage (dip angle) pour les plans et la plongée (Plunge angle) pour les linéations. Ces derniers paramètres seront utilisés lors de la validation et de la généralisation.

Ensuite, on demande à l'utilisateur un paramètre de distance pour la détection des plus proches voisins (Near Feature Distance). Ce dernier se calcule comme les méthodes proposées dans la section sur la généralisation des symboles ponctuels du module Surficial (8.4.1). Il est donc préférable, étant donné les formes linéaires des symboles, d'utiliser une valeur égale à la moitié de la longueur totale de ces derniers. Étant donné que les deux symboles sont sensiblement de même longueur, un seul paramètre de distance est requis.

Plusieurs paramètres sont optionnels et permettront à l'utilisateur de contrôler la généralisation. Il est donc possible d'ajuster les tolérances des angles azimutaux, de pendage et de plongée. Les valeurs par défaut peuvent servir de valeurs de départ si un utilisateur n'est pas à l'aise avec ces derniers. Lors du processus de généralisation, si des symboles sont détectés comme étant trop près de leur voisin, une vérification des angles sera faite. Dans les cas où les symboles détectés possèdent une différence d'angle plus grande que la tolérance indiquée par l'utilisateur, ces derniers seront conservés. Dans le cas contraire, un des deux symboles sera coté 0 afin de ne pas être visible à l'échelle cible.

Comme dernière option, il est possible de choisir les différentes étapes de généralisation. Par défaut, toutes les étapes sont réalisées, mais un utilisateur peut décider d'utiliser le modèle pour généraliser seulement les groupes de symboles, seulement les linéations ou les plans. Cette option permet donc d'obtenir des résultats de généralisation plus rapidement, si les données le permettent.

Validation des résultats

Référence dans la boîte d'outils : (3 - Validation)

Les outils de validation permettent d'effectuer des tests de cohérence sur le résultat final. L'utilisateur a accès à deux outils de validation, l'analyse de densité et le « Radical Law », décrits dans la section suivante.

Analyse de densité

Référence dans la boîte d'outils : (01 – Density Distribution)

Le premier de ces outils est l'analyse de densité des symboles. Une généralisation adéquate génère des résultats dont la matrice de densité, après généralisation, révèle sensiblement les mêmes patrons de densité. L'analyse doit être effectuée avant et après une généralisation. Elle va permettre à l'utilisateur de visualiser la répartition spatiale de ses données avant et après généralisation et de s'assurer que ses paramètres d'entrée aboutissent à des résultats comparables. Dans le cas contraire, on observe des variations de la densité des symboles à certains endroits sur la carte finale. La figure 34 montre des matrices de densité de symboles avant et après une généralisation. Remarquer que même si le nombre de symboles a significativement diminué, la matrice de densité présente une même répartition spatiale des symboles.

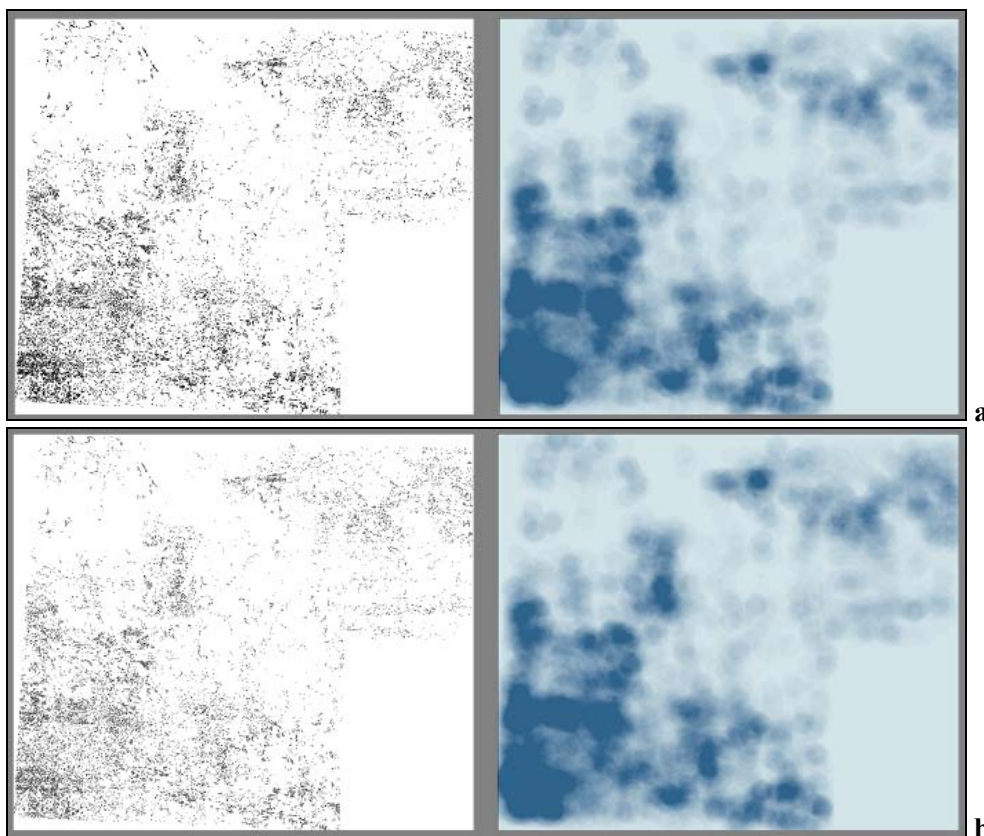


Figure 34. Matrice de densité a) avant la généralisation (38 289 symboles d'affleurements rocheux) b) après la généralisation (24 742 symboles).

L'utilisation de cet outil de validation demande comme paramètres d'entrée la couche cible ainsi que le champ dans lequel se trouvent les divers résultats de généralisation si tel est le cas.

Radical Law

Référence dans la boîte d'outils : (02 – Radical Law)

La Radical Law (Topfer and Pillwizer, 1966) est une loi qui fournit un nombre théorique de symboles après une généralisation pour un changement d'échelle donné.

Il suffit de sélectionner la couche de symboles ainsi que le champ contenant les résultats de généralisation. Par la suite, si les valeurs des échelles de départ et finale déjà affichées ne sont pas les bonnes, il est possible de les modifier manuellement. Il est bien de noter qu'aucun espace n'est permis pour les valeurs d'entrée.

Une option est disponible pour la sélection d'une seule classe de symboles dans le cas où la couche d'entrée en possède plusieurs. Par exemple, il serait nécessaire d'utiliser une telle option pour une couche unique qui contient tous les points.

Les résultats seront affichés à l'écran et dans un fichier texte de sorti dans lequel on retrouve la valeur théorique qu'un utilisateur devrait retrouver dans sa couche finale ainsi que le nombre réel de symboles dans celle-ci. Un pourcentage de différence entre la valeur théorique calculée et la valeur réelle estime le degré de conformité avec le Radical Law.

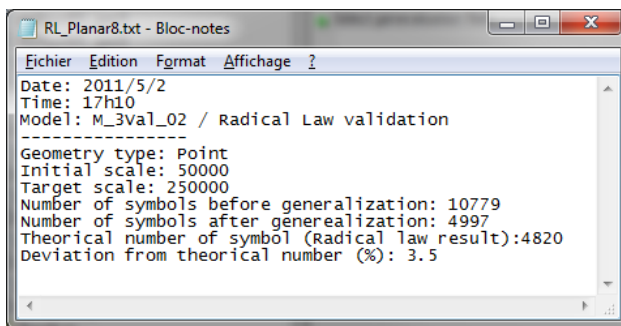


Figure 35. Exemple de fichier texte produit par la validation par la Radical Law.

La Radical Law se base sur la relation mathématique suivante :

Équation 1 Radical Law

$$NC = NI \times \sqrt{\left(\frac{EI}{EC}\right)^X}$$

Dans laquelle:

- NC est le nombre d'objets à l'échelle cible
- NI est le nombre d'objets à l'échelle initiale
- EI est l'échelle initiale
- EC est l'échelle cible
- X est la géométrie encodée comme suit:

- $X = 1$; point
- $X = 2$; ligne
- $X = 3$; polygone

Gestion des résultats (symboles)

Référence dans la boîte d'outils : (4 – Result management)

Afin de simplifier la tâche du cartographe, deux outils sont disponibles pour que celui-ci puisse gérer les résultats de manière plus efficace. À l'aide de ces derniers il est possible d'organiser les tables d'attributs contenant les résultats de plusieurs généralisations de différentes échelles et d'automatiser l'ajout des données à même l'interface ArcMap en fonction des échelles de travail. La présente section explique plus en détails ces outils.

Regroupement des champs

Référence dans la boîte d'outils : (01 – Regroup result field (symbols))

Ce nouveau module du GeoScaler, sous ArcGIS 10.0 et 10.1, permet de facilement regrouper tous les champs dans lesquels les divers résultats de généralisation ont été emmagasinés sous format booléen (valeur 0 ou 1). Le regroupement se fera sous deux nouveaux champs, un nommé « SCALE_FROM » et l'autre « SCALE_TO », indiquant les échelles minimale et maximale auxquelles un symbole peut être représenté. Ce dernier analyse chaque valeur de 0 et 1, et rapporte dans le champ « SCALE_FROM » la plus grande échelle sous laquelle une valeur de 1 était présente dans les résultats et dans le champ « SCALE_TO » plus petite échelle à laquelle une valeur de 1 était présente. La seule présence de la valeur de 0 indique ainsi l'échelle limite de visibilité du symbole.

Le regroupement des champs sous une forme « From – To » permet à l'utilisateur de trouver l'intervalle d'échelle de chacun des symboles. La configuration de la représentation cartographique est ainsi simplifiée puisqu'il suffit de gérer seulement deux champs identiques pour toutes classes de symboles (ponctuelle, linéaire et zonale) et non pas une collection de champs propres aux modèles utilisés. Une telle méthode permet donc de conserver toutes les données présentes dans les jeux de données originaux et modifier l'affichage cartographique de ces dernières si une erreur est détectée plus tard.

Par exemple, suite à une campagne de terrain qui permet de cartographier 1000 affleurements rocheux, seulement 700 sont jugés assez importants pour être publiés sur la carte finale (1:50 000), suites à des opérations manuelles et automatiques de généralisation des symboles à l'aide du GeoScaler. L'auteur décide par la suite de produire une compilation au 1/100 000 de plusieurs cartes de la même région. Les nouveaux résultats, seront par la suite traités à l'aide du présent module afin d'instaurer de l'ordre dans les divers résultats présents sous plusieurs champs dans la table d'attributs. L'auteur pourra donc retrouver dans cette table un résultat comme dans le tableau 6. Ces nouveaux champs remplaceront les anciens qui pourraient s'aligner comme suit (tableau 5):

Tableau 5. Table d'attributs à la suite de plusieurs changements d'échelles.

A01_10K	A01_50k	A01_100k
0	0	0
1	1	1

Tableau 6. Exemple de données regroupées sous des champs "From - To" pour une meilleur gestion des échelles.

ID	SCALE_FROM	SCALE_TO
001	50000	100000
002	50000	50000
003	1	1

On peut déterminer à la lecture de cette table que le site 001 est visible sur la cartographie de départ, soit au 1/50 000 ainsi que sur la compilation au 1/100 000. L’affleurement de code 002, est cependant visible seulement sur la carte d’origine et le troisième affleurement a été mis de côté dès le départ. Ce dernier n’est ni visible sur la carte originale et ni sur la compilation, il fait donc parti des 300 affleurements laissés de côté lors de l’élaboration de la carte originale.

Le prochain tableau présente l’ensemble des situations et des règles qui seront appliquées par le modèle en fonction des résultats.

Tableau 7. Règles de base pour le regroupement de résultats de généralisation.

	Échelles (exemples) (k)	Code de généralisation	Champs finaux	Valeur (k)
Situation 1	100	0	From	50
	250	0	To	50
Situation 2	100	1	From	100
	250	0	To	100
Situation 3	100	1	From	100
	250	1	To	250
Situation 4*	100	0	From	250
	250	1	To	250

Dans le cas où aucun des symboles n’a été retenu pour être affiché à plusieurs échelles (situation 1), l’échelle initiale des données sera utilisée comme intervalle. Dans une telle situation l’échelle initiale des données peut être par exemple celle de la première cartographie, soit 1/50 000 si on reprend l’exemple précédent.

*La situation 4 présente un cas assez particulier où différentes généralisations ne donnent pas les mêmes résultats. Ce cas peut survenir, par exemple, avec des affleurements en superposition paire. Si un affleurement est jugé trop près d’un autre, ce dernier sera côté 0, alors que c’est l’identifiant qui au départ assure l’ordre de généralisation. Si cet ordre est modifié au cours de

différentes manipulations, il est possible qu'un même symbole soit côté 1 lorsqu'il a précédemment été côté 0.

Gestion des échelles par classe de symboles sous ArcMap

Référence dans la boîte d'outils : (02 – Manage features and scales within ArcMap)

ArcMap permet de filtrer les éléments cartographiques visibles en fonction d'une requête (Definition Query, figure 36)

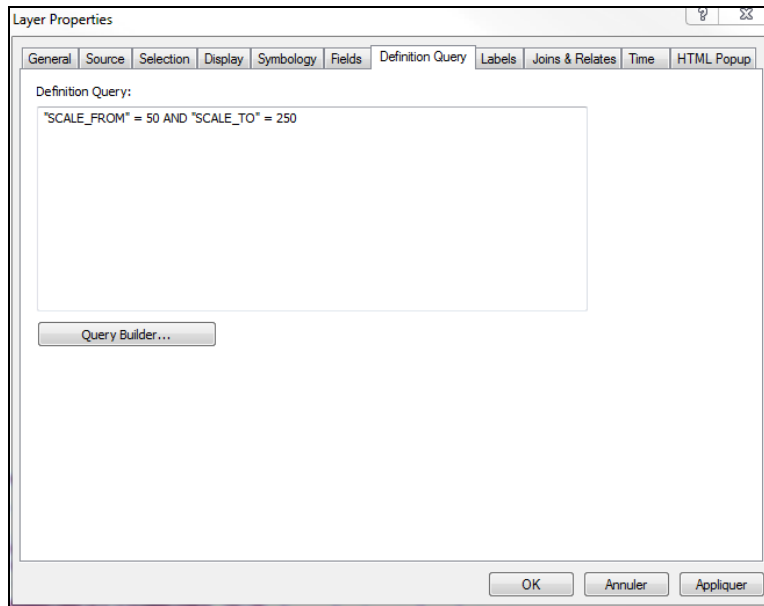


Figure 36. Lors de l'ajout d'une couche géographique, le module inscrira sous l'onglet "Definition Query" une requête pour filtrer les données de cette dernière en fonction des échelles de généralisation.

Les champs "SCALE_FROM" et "SCALE_TO" créés par le module précédent peuvent être utilisés pour contraindre l'apparition des symboles en fonction des échelles. Un utilisateur pourrait donc ajouter plusieurs fois une même couche de symboles et filtrer ces dernières pour que seuls soient affichés les symboles aux échelles que la généralisation indique qu'ils doivent être visibles.

Pour reprendre l'exemple du tableau précédent, un utilisateur pourrait ajouter une couche de symboles et la filtrer pour qu'elle affiche seulement les symboles disponibles sur la carte originale, ou dans l'autre cas, afficher tous les symboles qui sont disponibles sur les deux cartes (compilée et originale).

Le présent outil permet donc de gérer ses propres couches géographiques, en fonction des échelles cibles, suite à de la généralisation. Les seuls paramètres d'entrée sont les couches géographiques souhaitées, dans lesquelles on retrouve les champs (« SCALE_FROM – SCALE_TO »). Le module insère la couche dans la carte à plusieurs reprises avec, à chaque instance, un filtre qui extrait les éléments à afficher à cette échelle et la configuration requise pour que cette couche ne soit visible que pour l'intervalle d'échelle pertinent.

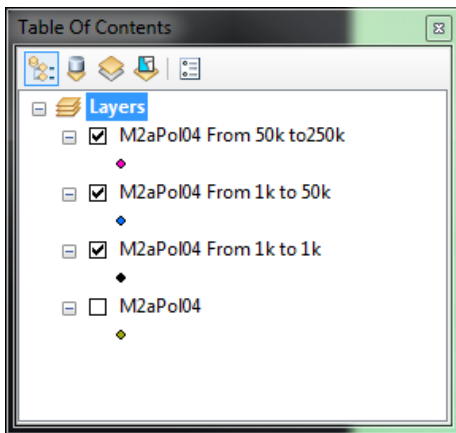


Figure 37. Exemple d'ajout automatique de couches géographiques prédéfinies selon les échelles de généralisation.

Important

Ce module n'est valide seulement qu'à partir d'ArcMap. Contrairement aux autres modules, il est possible de fournir en paramètre des «feature layer».

Précaution et erreurs communes

Cette section décrit les diverses règles à respecter afin de conserver l'application en état de fonctionner et comment gérer les erreurs pouvant survenir. Cependant, ceci n'est pas une liste exhaustive. Le tableau 8 indique les erreurs non étiquetées dans l'interface graphique, et les solutions pour les résoudre.

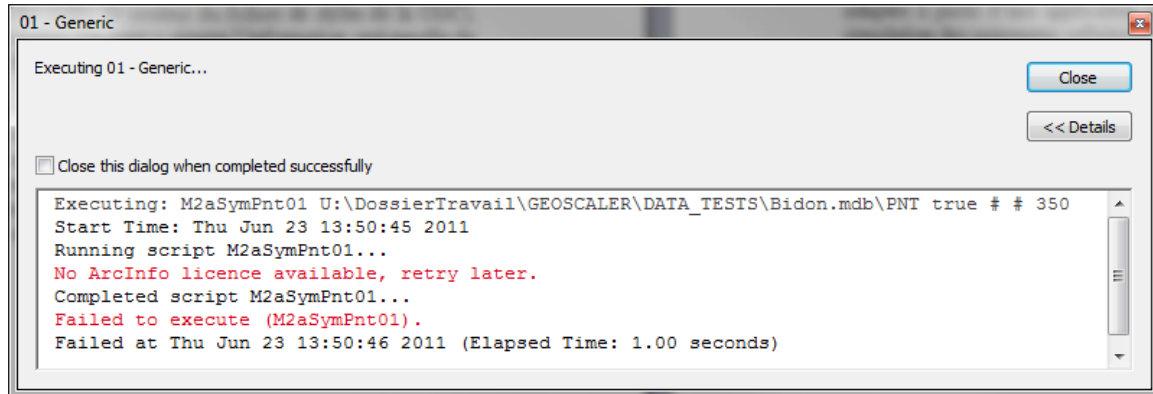


Figure 38. Exemple d'erreur lors du démarrage d'un modèle de généralisation de symboles ponctuels. L'extension « Spatial Analyst » n'avait pas été activée avant de démarrer l'application.

De plus il est bien de noter que les données traitées doivent toujours avoir la même projection, sinon il est possible de voir des incohérences dans les résultats ou des lenteurs dans l'exécution des modèles.

Il est bien de rappeler qu'il est nécessaire d'installer la boîte à outils à un endroit dans lequel aucun caractère d'espace n'est présent. Par exemple, il est déconseillé d'installer le tout sous un dossier à cet emplacement : C:\My Documents. L'espace dans le chemin des données peut causer certains problèmes dans l'exécution d'outils, surtout en lien avec des données de types matricielles.

Tableau 8. Erreurs non étiquetées et méthodes de résolution de celles-ci.

Problème	Cause possible	Précaution d'utilisation
1. L'analyse des modèles semble ne jamais se terminer. (Processus ∞)	Utilisation de couche géographique de type « coverage ».	Toujours utiliser des couches géographiques de type « shapefile » ou « feature class ».
2. Problème d'exécution du modèle des stries glaciaires. (erreur affichée à l'écran incompréhensible)	A. L'attribut pour la chronologie des symboles est de type numérique. B. Valeurs invalides dans l'attribut de chronologie.	<ul style="list-style-type: none"> • L'attribut pour la chronologie des symboles doit être de type texte (« string »). • Attribuer le caractère 0 pour les symboles sans chronologie.
3. Problème d'exécution du modèle de généralisation des polygones à l'aide de la méthode de l'automate cellulaire, module Surficial	A. Des résultats intermédiaires ou finaux sont déjà présents dans la table d'attributs (Table of contents) du projet ArcMap.	<ul style="list-style-type: none"> • S'assurer que les résultats intermédiaires, ou finaux, ne sont pas présents dans la table d'attributs (Table of contents) lorsqu'on utilise plusieurs fois le modèle de généralisation. Cette erreur est causée par les couches intermédiaires générées qui possèdent le même nom et que le modèle ne peut écraser une couche de même nom.
4. Résultats de généralisation erronés ou exagérés.	A. Couche d'entrée avec des coordonnées géographiques en contradiction avec des paramètres de type métrique pour la généralisation	<ul style="list-style-type: none"> • S'assurer de projeter toutes les couches d'entrée dans un système de projection (ex. : UTM, MTM) avant d'entrer des paramètres de type métrique dans les modèles.
5. Problème d'exécution lors de tous les modèles.	A. Couche d'entrée est un « feature layer » issu d'ArcMap.	<ul style="list-style-type: none"> • Tous les scripts prennent seulement des chemins complets des couches d'entrée et de sortie. Aucun « feature layer » n'est accepté. Il est recommandé d'exécuter les outils à partir d'ArcCatalog.

Ajouts et modifications du GeoScaler ArcGIS 9.3X vs ArcGIS 10.0, 10.1

Définition	ArcGIS 9.3.X	ArcGIS 10.0, 10.1
Données d'entrées	Shapefile	Shapefile, File et Personal geodatabase.
Gestion des symboles	Classes doivent être séparées en couches distinctes.	Aucune séparation, les classes sont choisies à partir d'une seule couche à même chacun des modèles.
Symboles linéaires	Option de « Smooth » dans chacun des modèles.	L'option n'existe plus, elle a été transformée en un modèle distinct.
Champs de généralisation	Le nom des champs était conçu en fonction des onglets de l'interface graphique, ex : M322_XK.	Les noms des champs sont maintenant conçus en fonction des boîtes à outils où se trouve le modèle, ex : A01_XK.
Généralisation des symboles en général	-	Il est possible de sauvegarder des listes de paramètres sous un fichier texte afin de les ouvrir plus rapidement par la suite.
Modèles de post-généralisation	2 modèles existent pour traiter 2 cas différents. <ul style="list-style-type: none"> Point vs Point Point vs Ligne 	1 seul modèle, mais ce dernier traite 4 situations différentes. <ul style="list-style-type: none"> Point vs Point Point vs Ligne Ligne vs Ligne Ligne vs Point

Modèle de généralisation de symboles linéaires en paires (ex. eskers enfouis et leurs limites)	-	<ul style="list-style-type: none"> • Il est possible de spécifier un champ qui contient un identifiant qui lie les deux symboles. • Si aucun champ n'est disponible, le modèle détectera les symboles automatiquement et conservera le lien dans un champ accessible à l'utilisateur. • Lors de la détection des paires, soit automatique ou à l'aide d'un champ préexistant, il est possible de valider si des symboles ne sont pas associés, les résultats sont accessibles dans un nouveau champ.
Modèle de généralisation des polygones	Prends un fichier ASCII en entrée	Prends plusieurs formats de matrice valide sous ArcGIS (GRID, tiff, etc.).
	-	Calculateur de superficie minimale en terme de nombre de cellules. Fonction de l'échelle cible, de la résolution de la matrice et d'un indice de bonne visibilité.
Modèle de conversion des matrices de la roche en place en vecteurs	-	Une option a été ajoutée pour lisser les contours des polygones.
Modèle de généralisation des symboles de la roche en place.	-	<ul style="list-style-type: none"> • Il est possible de spécifier une tolérance pour l'azimut, les angles «Dip» et «Plunge» pour plus de précision dans la généralisation. • Possible de faire valider ou non les symboles en entrée concernant les angles (azimut). Permet la validation de la numérisation des données.
Modèle de validation Radical Law	Les résultats sont affichés à même l'interface graphique.	Les résultats sont disponibles sous un fichier texte spécifié par l'utilisateur.

Environnement de travail	Les échelles initiales et cible sont entrées à même l'interface.	Ces deux paramètres sont enregistrés sous un fichier XML. Un script d'environnement et d'initialisation remplace l'onglet de l'ancienne interface graphique.
Gestion des résultats (symboles)	-	Regroupement de tous les champs de résultats issus des modèles en 2 nouveaux champs « From » et « To » et possibilité de supprimer automatiquement les anciens champs.
	-	Ajout automatique des classes de symboles, sous ArcMap, relativement aux échelles auxquelles les symboles peuvent être visualisés.

Bibliographie

Huot-Vézina, G., Boivin, R., Smirnoff, A., Paradis, S.J., 2009. GeoScaler : Generalization tool (with a supplementary user guide in French); Geological Survey of Canada, Open file 6231.

Paradis, S.J., 2009. Géologie des formations superficielles, Chibougamau, Québec/Surficial geology, Chibougamau, Quebec; Commission Géologique du Canada, Dossier public 6064, échelle 1/250 000.

Paradis, S.J., Veillette, J.J., Pomares, J-S., 2009. Géologie des formations superficielles, Rivière Bell, Québec/Surficial geology, Rivière Bell, Quebec; Commission Géologique du Canada, Dossier public 6062, échelle 1/250 000.

Smirnoff, A., Paradis S. J., and Boivin, R., 2008. Generalizing surficial geological maps for scale change: ArcGIS tools vs. cellular automata model. *Computers & Geosciences*, Elsevier, vol 34, pp.1550–1568.

Smirnoff, A., Huot-Vézina, G., Paradis, S. J., Boivin, R., 2012. Generalizing geological maps with the GeoScaler software: The case study approach. *Computers & Geosciences*, Elsevier, vol 40, pp.66-86.

Topfer, F., Pillwizer, W., 1966. Principles of selection. *The Cartographic Journal*, 3(1), 10–16.

Veillette, J.J., Paradis, S.J., Thibaudeau, P., 2009. Géologie des formations superficielles, Rouyn-Noranda—Senneterre, Québec/Surficial geology, Rouyn-Noranda—Senneterre, Quebec; Commission Géologique du Canada, Dossier public 6061, échelle 1/250 000.

Veillette, J.J., Thibaudeau, P., 2009. Géologie des formations superficielles, Villebois, Québec/Surficial geology, Villebois, Quebec; Commission Géologique du Canada, Dossier public 6063, échelle 1/250 000.

Annexe A

Paramètres de généralisation 1/100 000 vers 1/250 000

Rouyn-Noranda—Senneterre; dossier public 6061

Rivière Bell; dossier public 6062

Villebois; dossier public 6063

Chibougamau; dossier public 6064

Laboratoire de Cartographie Numérique et de Photogrammétrie
(LCNP)

Commission Géologique du Canada, division Québec
(CGC-Québec)

490, de la Couronne
Québec(Québec) G1K 9A9

Juillet 2012

Copyright© Laboratoire de Cartographie Numérique et de Photogrammétrie

Paramètres pour la généralisation des polygones

Pour la généralisation des polygones des unités géologiques des formations superficielles, le tableau 9 présente les différentes valeurs de paramètres utilisées.

Tableau 9. Paramètres pour la généralisation des polygones.

Paramètre	Valeur
Moore's neighborhood radius	2
Nombre d'itérations total	80

En fin de processus, nous avons procédé à la transformation des polygones de substrat rocheux (R), ayant été supprimés lors de la généralisation, vers des symboles ponctuels d'affleurements rocheux. Les symboles qui ont nouvellement été créés ont, par la suite, été ajoutés à la couche originale des symboles ponctuels (avant généralisation).

Paramètres pour la généralisation des symboles

Symboles surfaciques

Paramètres et modèles

Tableau 10 Paramètres et modèles utilisés pour la généralisation des symboles surfaciques

Symbole	Superficie minimale (m²)	Distance du plus proche voisin (m) = diamètre du symbole	Modèle de généralisation utilisé
Annulaire	73 000	240	A02 – Transformation of small polygons
Glissement de terrain	Non conservé	Non conservé	Non conservé
Grande gravière et sablière	264 000	580	A02 – Transformation of small polygons
Grande mine et carrière	330 000	650	A02 – Transformation of small polygons
Résidus miniers	73 000	-	A01- Small polygons
Tourbière	73 000	-	A01- Small polygons
Trou de résidus miniers	Non conservé	Non conservé	Non conservé

Symboles ponctuels

Généralisation individuelle

Le tableau suivant présente individuellement les différents paramètres et modèles utilisés pour la généralisation de chacune des classes de symboles.

Tableau 11. Paramètres et modèles utilisés pour la généralisation des classes de symboles ponctuels

Symbole	Distance du plus proche voisin (m) = diamètre du symbole	Écart d'angle maximal entre deux symboles similaires (°)	Modèle de généralisation utilisé
Accumulation de bloc	240	-	B01 – Generic
Affleurement	180	-	B03 – Generic with polygon overlaps
Affleurement probable	250	-	B01 – Generic
Copeaux de bois	Non conservé	Non conservé	Non conservé
Delta (de contact ou postglaciaire)	540	-	B01 – Generic
Drumlin	460	-	B01 – Generic
Gravière, sablière	580	-	B01 – Generic
Kame	300	-	B03 – Generic with polygon overlaps
Mine	650	-	B01 – Generic
Mine abandonnée	770	-	B01 – Generic
Moraine bosselée	340	-	B03 – Generic with polygon overlaps
Petit kettle	450	-	B03 – Generic with polygon overlaps
Strie glaciaire à sens connu	625	20	B02 – Glacial Striae
Strie glaciaire à sens inconnu	625	20	B02 – Glacial Striae
Traînée morainique derrière abri	625	-	B01 – Generic

Généralisation globale

Référence dans la boîte d'outils : (B04 – Global generalization)

Le tableau suivant présente l'ordre dans lequel les classes de symboles ont été généralisées dans leur ensemble.

Tableau 12. Ordre de généralisation globale

Symbole	Priorité
Stries glaciaires	1
Gravière, sablière	2
Mine	3
Mine abandonnée	4
Petit kettle	5
Delta	6
Kame	7
Traînée morainique derrière abri	8
Drumlin	9
Moraine bosselée	10
Annulaire	11
Affleurement	12
Accumulation de bloc	13
Affleurement probable	14

Généralisation des lignes par rapport aux points

Référence dans la boîte d'outils : (C – Lines vs Points)

Dans cet outil, seul les symboles ponctuels, dans la liste ci-dessous, ont été pris en compte pour couper les lignes qui était trop près.

- Strie glaciaire (STRD)
- Gravière, sablière (PIT)
- Mine
- Mine abandonnée
- Kettle
- Kame
- Delta

Il est à noter que la couche globale résultante sera utilisée dans les prochaines étapes concernant les symboles linéaires.

Symboles linéaires

Étapes préliminaires

Pour le bon fonctionnement des modèles de généralisation, on doit toujours s'assurer de la validité de la géométrie des symboles. C'est pour cette raison que certains symboles ont nécessité quelques ajustements, à l'aide d'une édition, de leur géométrie. Le tableau 13 présente les différents symboles sur lesquels des modifications ont été apportées et les raisons pour lesquelles ces dernières ont été apportées.

Tableau 13. Modification géométrique apportée sur les symboles linéaires.

Symbole	Modification de la géométrie	Problème résolu
Sillon d'iceberg (ICEBERG)	<i>Reconstruction entière des lignes qui se croisent :</i> Les symboles qui se croisaient avaient été scindés en plusieurs parties en fonction des intersections.	La fausse longueur des sillons aurait entraîné une épuration trop prononcée, éliminant des parties jugées trop petites.

Généralisation individuelle

Le tableau 14 présente les différents paramètres et modèles utilisés pour la généralisation des classes individuelles des symboles linéaires.

Tableau 14. Paramètres et modèles pour la généralisation des classes de symboles linéaires.

Symbole	Longueur minimale du symbole (m)	Proximité tolérable entre les symboles (m)	Distance entre 2 éléments d'un même symbole (m)	Modèle de généralisation utilisé
Crête de plage	437	30	-	D03 – Close lines
Crête morainique	400	-	-	D01 – Short lines
Dépression linéaire contrôlée par la structure du roc	500	-	-	D01 – Short lines
Drumlin	437	-	-	D01 – Short lines
Drumlin rocheux	250	-	-	D02 – Short lines with polygon overlaps
Drumlinoïde	437	-	-	D01 – Short lines
Dyke	350	-	-	D01 – Short lines
Escarpement	437	-	-	D01 – Short lines
Esker connu	437	-	-	D01 – Short lines
Esker enfoui	250	-	300	D04 – Related symbols

Forme éolienne	437	-	-	D02 – Short lines with polygon overlaps
Forme profilée	250	-	300	D04 – Related symbols
Gradin d'érosion glaciolacustre	-	-	-	-
Grand kettle	437	-	-	D02 – Short lines with polygon overlaps
Limite d'esker enfouie	Voir Esker enfouie	Voir Esker enfouie	300	D04 – Related symbols
Limite de forme profilée	Voir Forme profilée	Voir Forme profilée	300	D04 – Related symbols
Limite de submersion lacustre (glaciolacustre)	350	-	-	D01 – Short lines
Moraine de De Geer	250	100	-	D03 – Close lines
Moraine de Rogen	437	-	-	D01 – Short lines
Paléochenal à sens connu	437	-	-	D02 – Short lines with polygon overlaps
Paléochenal à sens inconnu	437	-	-	D02 – Short lines with polygon overlaps
Rebord de ravinement mineur (A.Veillette)	1500	-	-	D02 – Short lines with polygon overlaps
Ravinement mineur (S.Paradis)	437	-	-	D02 – Short lines with polygon overlaps
Rebord d'obturation juxtaglaciaire	437	-	-	D02 – Short lines with polygon overlaps
Rebord de terrasse	1500	-	-	D02 – Short lines with polygon overlaps
Sillon d'iceberg	437	-	-	D01 – Short lines
Traînée morainique	575	-	-	D01 – Short lines

Généralisation des points par rapport aux lignes

L'utilisation du modèle d'épuration de points autour des lignes a permis d'améliorer la lisibilité de certains symboles. Cependant, seulement 2 symboles ponctuels ont été pris en compte dans le processus :

- Affleurement (OUTCROP)

- Affleurement probable (OUTCROP_P)

Un paramètre de proximité de 200 m a été utilisé et a été justifié en fonction de la représentation des symboles concernés.

Post-généralisation

Référence dans la boîte d'outils : (C – Lines vs Points)

Les deux modèles existants de post-généralisation ont été utilisés afin de récupérer des affleurements aux alentours de différents types de moraines. Le prochain tableau présente les différents paramètres et classes de symboles utilisés.

Tableau 15. Paramètres et modèles utilisés pour la post-généralisation sur les symboles ponctuels.

Symbole primaire (cible)	Symbole secondaire (cible)	Rayon de recherche (m) (Recovery radius)
Trainée morainique	Affleurement	325
Moraine de De Geer	Trainée morainique	325
	Drumlin	230
	Affleurement	90
	Affleurement probable	125
Esker	Gravière	300
	Kettle	225

Paramètres de styles à l'échelle cible (1/250 000)

Symboles ponctuels

Tableau 16. Caractéristiques des symboles ponctuels utilisés avec la librairie : GSC_Final_1104.style

Description	Symbole	Taille 250k	Azimut	Couleur
Affleurement	35	7.2	0	NOIR
Affleurement probable	48	7.2	90	NOIR
Amas-Talus	435	7.2	0	NOIR
Annulaire	425	7.6	0	ROUGE/FOND BLANC
Deltapost	572	7.6	VARIABLE	NOIR
Drumlin	161	10.8	VARIABLE	NOIR
Gravière ou sablière	903	10.84	0	NOIR

Gravière ou sablière abandonnée	904	10.84	0	NOIR
Kame	56	7.2	0	NOIR
Mine	901	10.84	0	NOIR
Mine abandonnée	902	10.84	0	NOIR
Moraine bosselée	425	10.84	0	NOIR
Petit kettle	155	7.2	0	NOIR
Strie glaciaire à sens connu	42	14.45	VARIABLE	NOIR
Strie glaciaire à sens inconnu	159	14.45	VARIABLE	NOIR
Traînée morainique derrière abri	162	14.45	VARIABLE	NOIR

Symboles linéaires

Tableau 17. Caractéristiques des symboles linéaires utilisées avec la librairie : GSC Final 1104.style

Description	Symbole	Largeur	Intervalle	Intervalle graphique	Embout (Line decoration)	Couleur (RGB)	Décalage (offset)
Crête morainique	282	0.5	-	-	-	0.0.0	-
		1.55	2	Noir-blanc-gris	-	0.0.0	-
Crête de plage	154	0.2	0.5	Noir-noir-noir-blanc-gris	-	0.0.0	-
Drumlin	328	0.43	-	-	¹	0.0.0	-
Drumlin rocheux	328	0.43	-	-	²	0.0.0	-
Drumlinoïde	328	0.5	-	-	-	0.0.0	-
Dyke	328	0.43	-	-	↔ (soit 2 point GSC1-41 de taille 4)	0.0.0	-
Escarpement	215	0.43	-	-	-	0.0.0	-
		4.00	1	Blanc-noir-blanc-gris	-	0.0.0	0.6
Esker connu	284	6.00	0.5	Noir-blancx4-gris	-	0.0.0	-
Esker enfoui	284	6.00	0.5	Noir-blancx4-gris	-	0.0.0	-
Forme éolienne	255	0.72	0.30	Blancx2-noir-blancx2-gris	-	0.0.0	-
Forme profilée	328	0.55	-	-	-	0.112.255	-
Grand kettle	151	0.216	-	-	-	0.0.0	-
		1.44 (hash symbol de 90°)	2.88	Blanc-noir-blanc-gris	-	0.0.0	-1.44
Limite d'esker enfoui	22	0.25	1.00	Noir-noir-blanc-gris	-	0.0.0	-
Limite de forme profilée	22	0.25	1.00	Noir-noir-blanc-gris	-	0.0.0	-
Gradin d'érosion glaciolacustre	281	1.00 (hash symbol de 90°)	1.00	Blanc-noir-blanc-blanc-gris	-	0.0.0	-1.00
		1.00	1.00	Noirx3-blanc-gris	-	0.0.0	-
Limite de submersion lacustre (glaciolacustre)	32	0.76	1.00	-	-	0.0.0	-
		1.44 (hash symbol de 90°)	1.00	Blanc-noir-blanc-gris	-	0.0.0	1.00
		1.44 (marker line symbol)	1.00	Blanc-noir-blanc-gris	-	0.0.0	2.00
Dépression	283	0.43	1.44	Noir-blanc-gris	-	0.0.0	-

¹ Application de l'outil « Feature to point » avec l'option « Inside » de cochée. Taille : 2.5.

² Application de l'outil « Feature to point » avec l'option « Inside » de cochée. Taille : 2.5.

linéaire contrôlée par la structure du roc		0.43 (marker line symbol)	1.44	Blanc-noir-gris	-	0.0.0	-
Moraine de De Geer	328	0.43	-	-	-	0.0.0	-
Rebord d'obturation juxtaglaciaire	97	0.43	-	-	-	0.0.0	-
		2.9 (marker line symbol)	1.00	Blanc-noir-blanc-gris	-	0.0.0	0.4
Paléochenal à sens connu	326	0.43	-	-	→ (soit 1 seul point de taille 4)	0.0.0	-
Paléochenal à sens inconnu	326	0.43	-	-	↔ (soit 2 point GSC4-225 de taille 4)	0.0.0	-
Ravinement mineur	327	0.43	1.00	Noir-blanc-gris	→ (soit 2 point GSC4-225 de taille 4)	0.0.0	-
Rebord de ravinement	166	0.36	-	-	-	0.0.0	-
		1.44 (hash symbol de 90°)	1.00	Noir-blancx4-gris	-	0.0.0	-1.00
Moraine de Rogen	328	1.00	-	-	-	0.0.0	-
Sillon d'iceberg	328	0.6	-	-	-	255.0.0	
Rebord de terrasse	157	0.252	-	-	-	0.0.0	-
		1.44 (hash symbol de 90°)	1.44	Blanc-noir-blanc-gris	-	0.0.0	-1.00
Trainée morainique	328	0.54	-	-	³	0.0.0	-
		0.54	-	-	→ (soit 2 point GSC4-225 de taille 6)	0.0.0	-

Symboles surfaciques

Tableau 18 Caractéristiques des styles utilisés pour les symboles surfaciques.

Symbole	Largeur contour	Couleur contour (RGB)	Couleur (RGB)	Angle	Décalage (offset)	Séparation
Annulaire	0.2	255.0.0	255.255.255	-	-	-
Glissement de terrain	1.00	0.112.255	255.255.255	-	-	-
Grande gravière et sablière	0.2	0.0.0 (dash-dot-dot)	255.255.255	-	-	-
Grande mine et carrière	0.2	0.0.0 (dash-dot-dot)	255.255.255	-	-	-
Résidus miniers	0.2	-	0.0.0	45	0	5
	0.2	-	0.0.0	-45	0	5

³ Application de l'outil « Feature to point » avec l'option « Inside » cochée. Taille : 6.0

	0.2	0.0.0	255.255.255	-	-	-
Tourbière	0.2	0.0.0	0.0.0 (Line: marker line 5.2, GSC_line- 99	0	0	5
	1	NO COLOR	255.255.255	-	-	-