

Marche à suivre détaillée

Ce document passe en revue :

1. Le téléchargement des données de milieu depuis le site du SITG ;
2. Des méthodes pour géoréférencer et digitaliser un plan de projet, en attribuant des catégories de naturalité à chaque élément du projet ;
3. Le calcul de l'indice de naturalité post-projet ;
4. Le calcul de l'indice de naturalité pré-projet, à l'aide d'un tableau de correspondance entre données de milieu et catégories de naturalité ;
5. La comparaison entre les résultats pré- et post-projet.

1. Téléchargement des données de milieu du SITG

Lien : <https://ge.ch/sitg/fiche/4110>

La carte des milieux 1:5'000 est la plus précise fournie par le SITG et recense 88 milieux différents. Pour des cas où cette échelle serait trop fine, les cartes sont également disponibles sur le site dans des résolutions plus grossières.

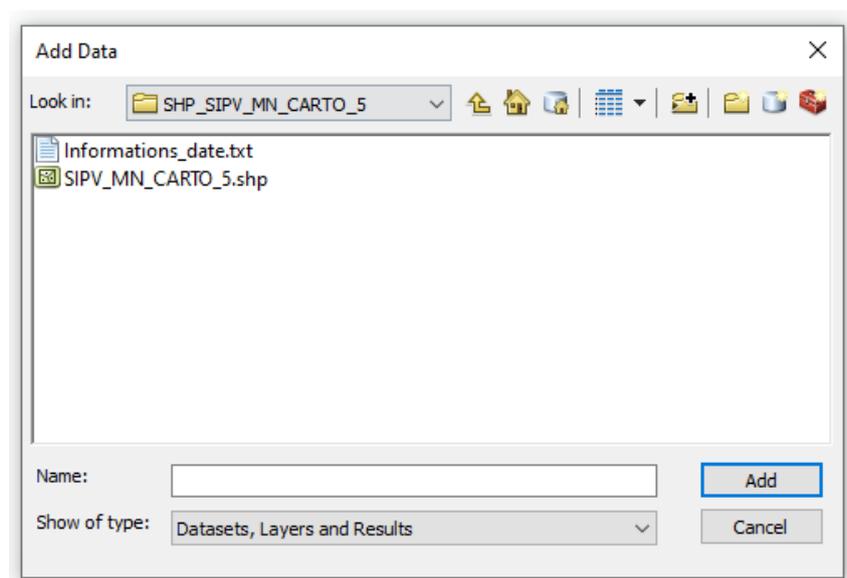


The screenshot shows the SITG website interface. At the top, there is a navigation bar with the SITG logo and the text 'LE TERRITOIRE GENEVOIS A LA CARTE'. To the right, there are links for 'Actualités', 'Partenaires', 'Newsletters', 'Aide', and 'Contact'. Below the navigation bar, there is a section titled 'Téléchargement' with two buttons: 'GDB' and 'SHP'. To the right of these buttons, there is a link: 'Lien direct : https://ge.ch/sitg/fiche/4110'. Below this section, there is a heading 'FICHE DE MÉTADONNÉE'. Underneath, there is a table with the following information:

Nom usuel	CARTE DES MILIEUX 1:5'000
Classe	SIPV_MN_CARTO_5 (ID: 4110)
Thème(s) ISO	Forêt, flore, faune, Protection de l'environnement et de la nature
Type de données	Polygone

Télécharger les données au format SHP, enregistrer le dossier zip puis extraire les fichiers.

Charger les données dans un logiciel SIG (ici : ArcGIS Desktop 10.7) :



2. Ajouter le périmètre et le contenu du projet

Si les données du projet sont déjà disponibles comme couche vecteur, ajouter cette dernière dans le logiciel SIG et passer directement au point 3. Si ce n'est pas le cas, les étapes suivantes décrivent comment **géoréférencer** le périmètre du projet, par exemple à partir d'un fichier pdf (partie 2.1.), puis comment **digitaliser** les différents éléments du projet (partie 2.2.).

2.1. Géoréférencement du plan du projet

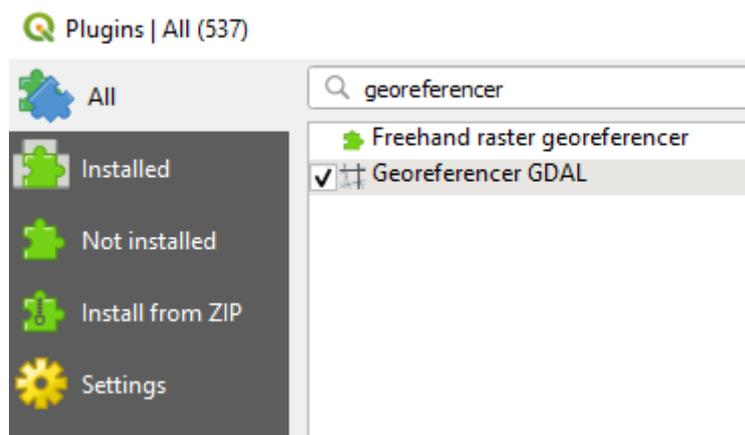
Cette procédure a été suivie ici avec QGIS (version 3.10.7), qui met à disposition le fond de carte d'OpenStreetMap, utile pour le géoréférencement. Toutefois, ces mêmes étapes sont possibles dans ArcGIS, à condition d'avoir accès à un fond de carte précis (carte topographique, orthophoto, etc.).

Procédure QGIS :

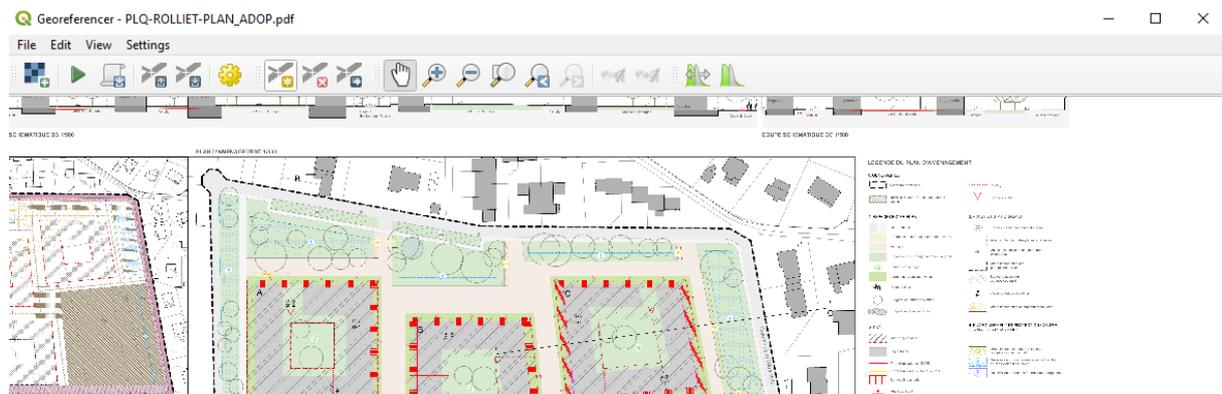
Avant de commencer, vérifier que le projet est dans la projection voulue (en allant dans *Project* → *Properties...* → *CRS*). Pour la Suisse : CH1903+ / LV95, EPSG : 2056

Puis, aller dans *Plugins* → *Manage and Install Plugins...* et installer *QuickMapServices*. Aller ensuite dans *Web* → *QuickMapServices* → *OSM* → *OSM Standard*, afin d'afficher le fond de carte OpenStreetMap.

Toujours dans *Plugins* → *Manage and Install Plugins...*, cocher le plugin *Georeferencer GDAL*.

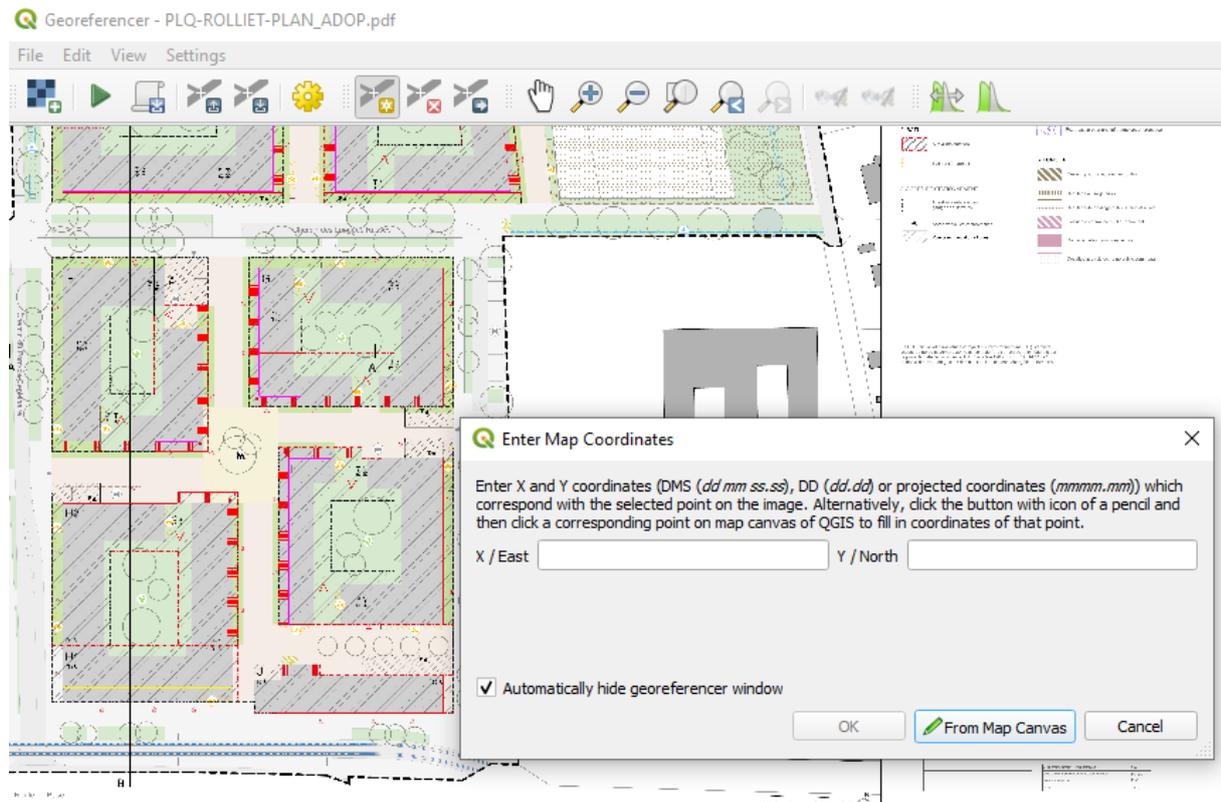


Georeferencer apparaît désormais dans le menu *Raster*. Ouvrir la fenêtre *Georeferencer* et importer le pdf ou autre fichier contenant le plan du projet en allant sous *File* → *Open Raster...*



L'image s'affiche. On peut zoomer avec la souris ou les petites loupes et se déplacer à l'aide de la petite main blanche.

Ici, un PLQ du projet des Cherpines, à Plan-les-Ouates (GE), a été en partie utilisé. Le but est de géoréférencer le périmètre en plaçant des repères correspondant à des points existants sur OpenStreetMap. Pour ajouter un repère, cliquer sur l'icône ci-contre puis placer son point sur le plan, à un endroit facilement repérable. Une fois le repère posé, QGIS propose de rentrer manuellement les coordonnées du point, ou bien de placer le repère correspondant directement sur la carte OpenStreetMap, en cliquant sur *From Map Canvas*.



Il suffit alors de placer le repère sur l'emplacement correspondant. Ici, les bâtiments de l'Ecole Aimée-Stielmann ont été utilisés comme repères, ainsi que d'autres bâtiments déjà existants et figurant sur le PLQ.



Dans la fenêtre *Georeferencer*, QGIS affiche les coordonnées pour chaque repère (point rouge). Il est possible de déplacer ou supprimer des repères.



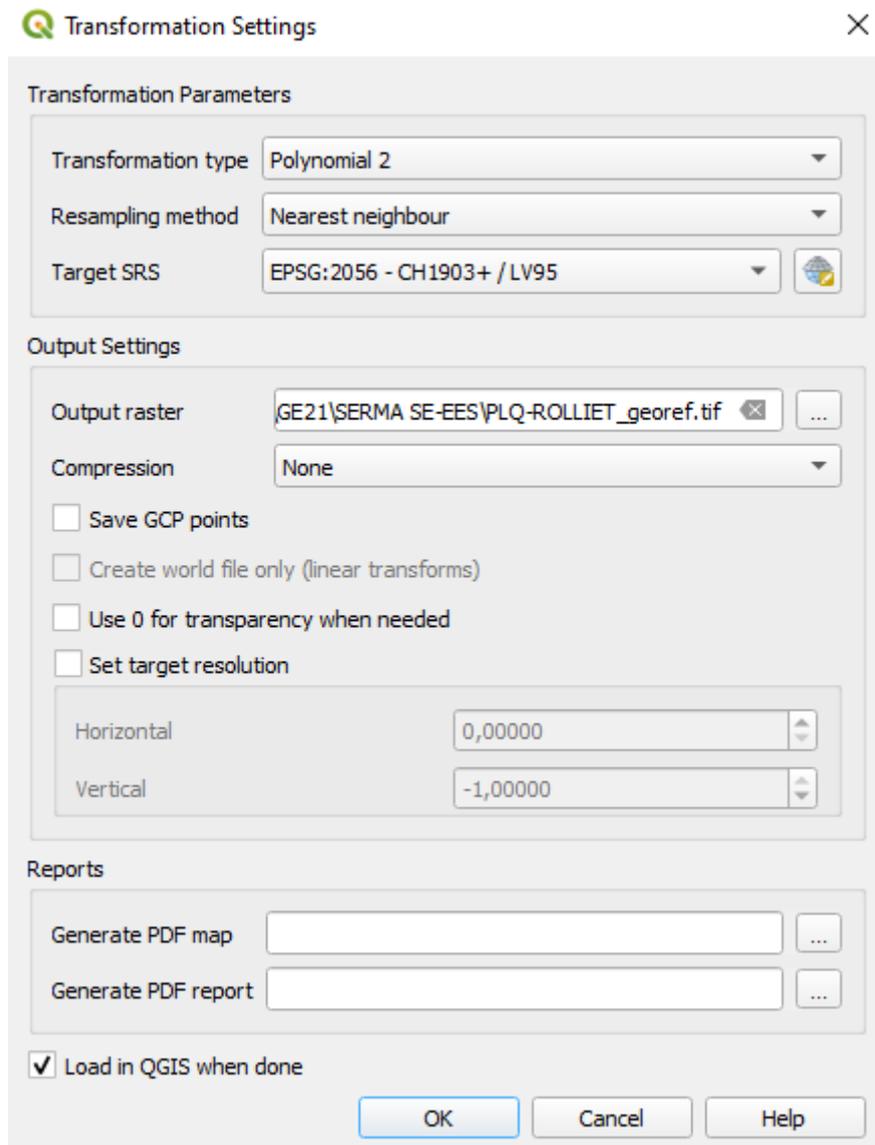
GCP table

Visible	ID	Source X	Source Y	Dest. X	Dest. Y	dX (pixels)	dY (pixels)	Residual (pixels)
<input checked="" type="checkbox"/>	0	6615,53	-4044,21	2,49734e+06	1,11445e+06	4,75619	3,15474	5,70734
<input checked="" type="checkbox"/>	1	5361,98	-4520,29	2,49727e+06	1,11435e+06	7,42925	2,65829	7,89052
<input checked="" type="checkbox"/>	2	6727,1	-2932,34	2,4973e+06	1,11453e+06	-3,98268	-8,32123	9,22521
<input checked="" type="checkbox"/>	3	6356,67	-4491,34	2,49734e+06	1,1144e+06	3,93571	2,7191	4,78365
<input checked="" type="checkbox"/>	4	6158,38	-5722,66	2,49738e+06	1,11431e+06	-2,9135	-5,78765	6,47961
<input checked="" type="checkbox"/>	5	5957,72	-5205,13	2,49734e+06	1,11433e+06	-2,01677	1,78142	2,69088
<input checked="" type="checkbox"/>	6	5793,47	-5873,74	2,49736e+06	1,11428e+06	-5,95488	2,10058	6,31451
<input checked="" type="checkbox"/>	7	6522,13	-1743,53	2,49723e+06	1,11461e+06	-1,42678	-0,615914	1,55405
<input checked="" type="checkbox"/>	8	6431,09	-1349,57	2,4972e+06	1,11463e+06	0,173449	2,31065	2,31716

Une fois satisfait des points de repères, aller dans *Settings* → *Transformation settings...*

Bien vérifier que la projection est la bonne (pour la Suisse, EPSG : 2056) et choisir le type de transformation, ici Polynomial 2, l'un des plus courants. Les différents paramètres sont détaillés dans la documentation QGIS :

https://docs.qgis.org/3.10/en/docs/user_manual/plugins/core_plugins/plugins_georeferencer.html



Cliquer sur OK puis lancer la transformation en cliquant sur la flèche verte.



La couche géoréférencée apparaît alors sur la carte. En ajustant la transparence de la couche (dans ses propriétés), on peut vérifier qu'elle est bien alignée avec le fond OpenStreetMap :



C'est bon, le plan du PLQ est désormais géoréférencé. La partie QGIS est terminée.

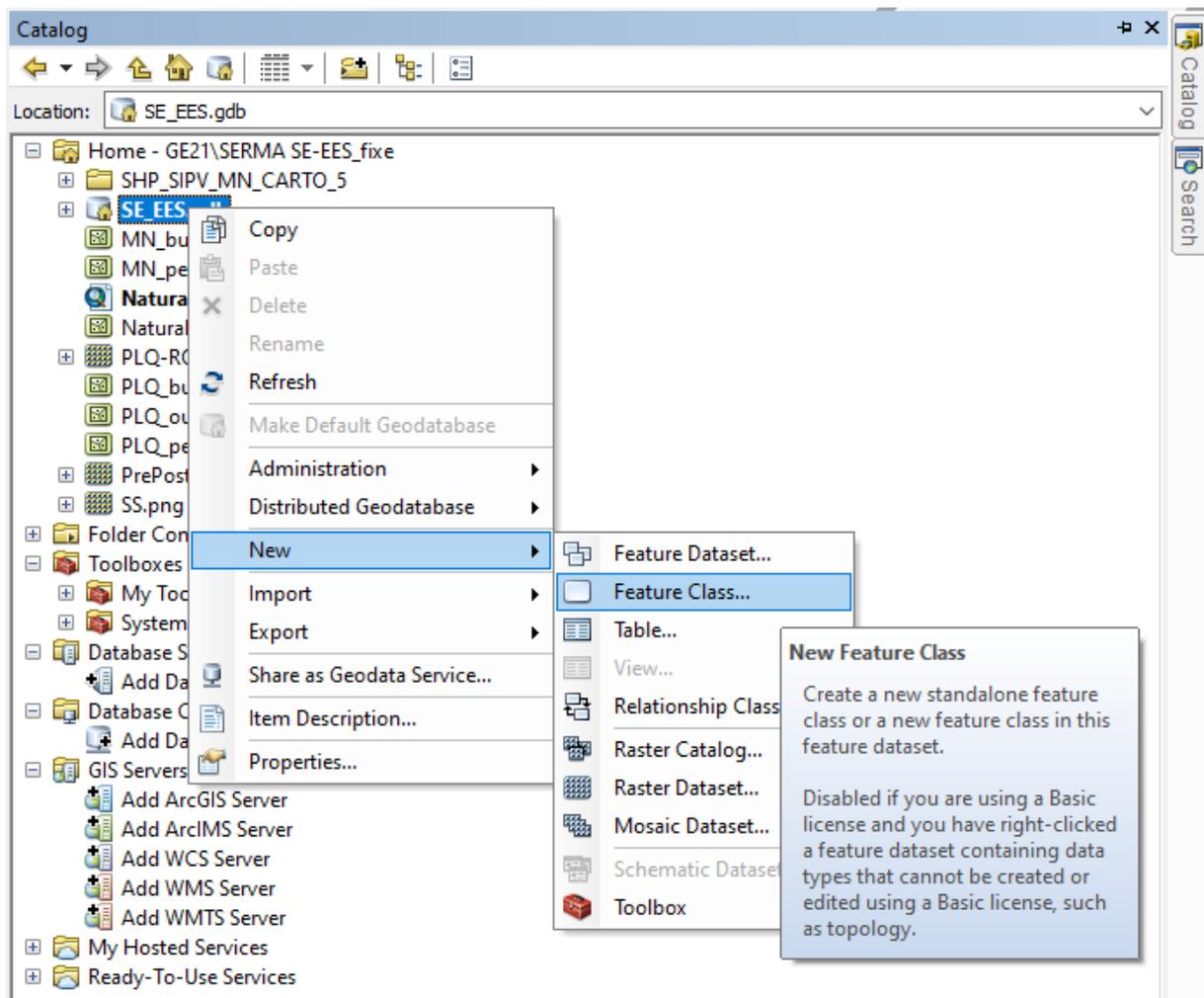
La procédure de géoréférencement est relativement similaire avec ArcGIS. Si besoin, suivre le tutoriel très détaillé de l'Université de Toronto (en anglais) :

<https://mdl.library.utoronto.ca/technology/tutorials/how-georeference-images-arcgis>

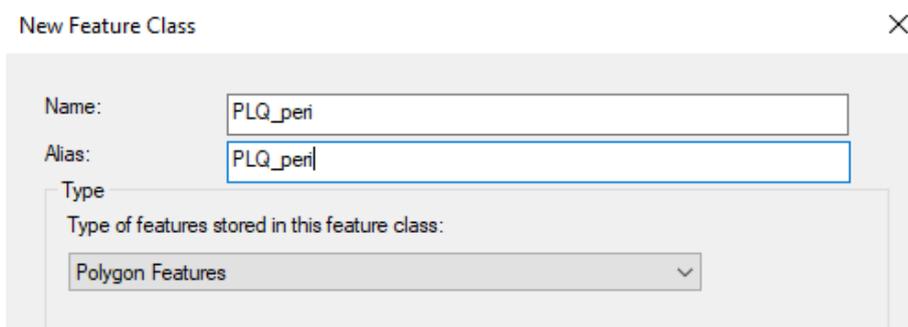
2.2. Digitalisation des éléments du projet

Il reste encore à digitaliser les polygones formant le projet, en utilisant la barre d'outils *Editor*. Pour l'afficher, aller dans *Customize* et cocher *Editor*. La barre d'outils est désormais disponible.

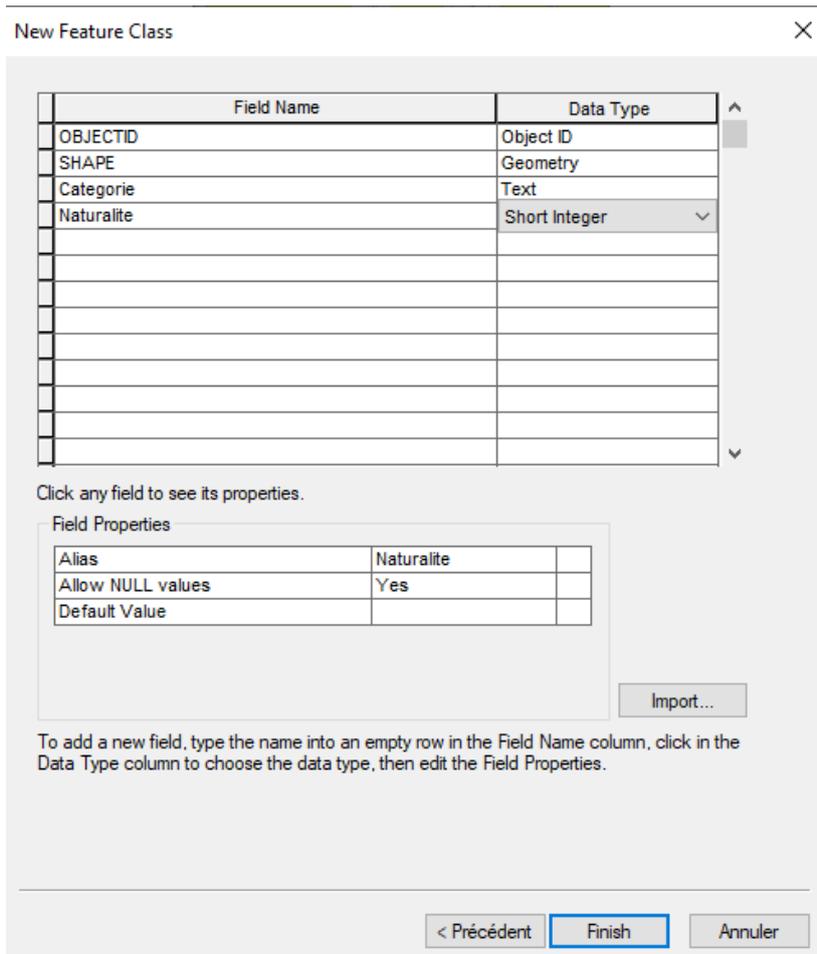
Ensuite, créer une nouvelle couche vecteur vide, dans laquelle on va manuellement créer des polygones. Dans le *Catalog*, faire un clic droit sur sa géodatabase puis aller dans *New* → *Feature Class*.



Donner un nom à sa couche et choisir *Polygon* comme type d'objet.



Cliquer sur *suivant* et choisir le bon système de coordonnées (pour la Suisse : CH1903+). Puis laisser les autres paramètres tels quels en cliquant directement sur *suivant*, jusqu'à arriver à la partie des attributs, où il est possible d'ajouter des champs dans la table. Par exemple, ajouter un champ textuel *Categorie* et un champ *Naturalite* qui accueillera les scores. Adapter le type de données de chaque champ grâce au menu déroulant.

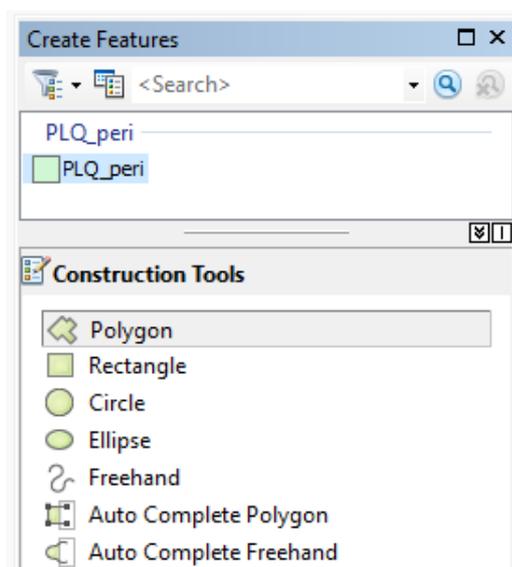


Cliquer sur *Finish* pour créer la couche. Il s'agit désormais de dessiner les polygones de la nouvelle couche en se fondant sur la couche géoréférencée dans la partie 2.1.

Dans le menu de la barre d'outils *Editor*, cliquer sur *Start Editing* et choisir la couche vecteur nouvellement créée. Cliquer ensuite sur l'icône *Create Features*.



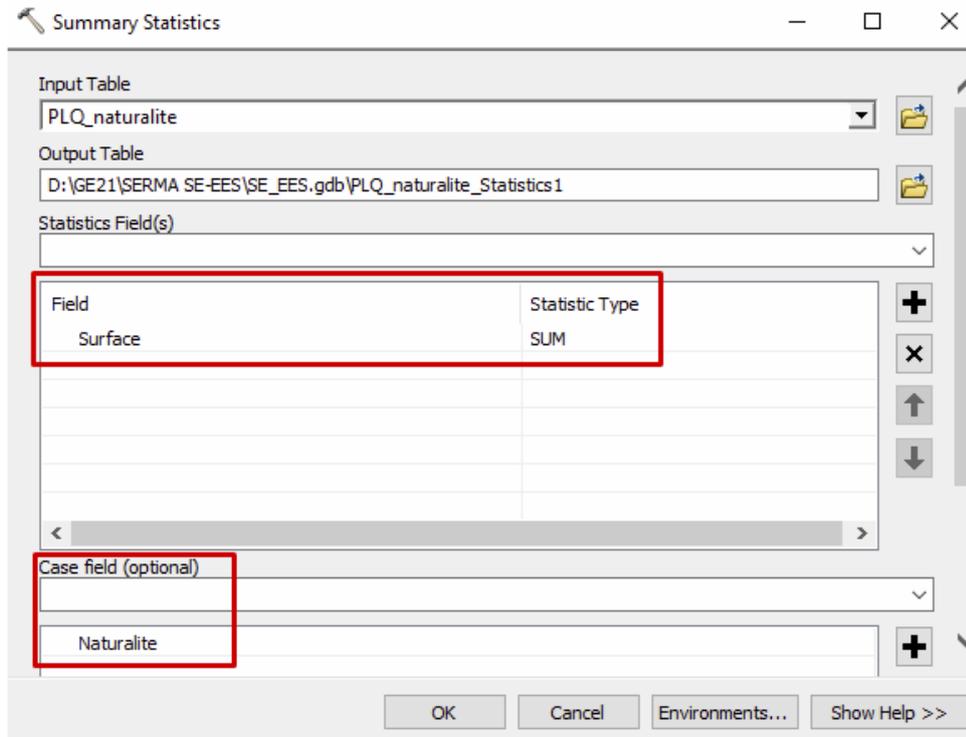
La fenêtre *Create Features* s'ouvre : sélectionner à nouveau la couche qu'on souhaite modifier si besoin, puis choisir le type de forme à créer (bas de la fenêtre), par exemple *Polygon* :



Ceci active plusieurs outils dans la barre d'outils *Editor*, notamment *Straight Segment* (voir ci-dessous), qui permet de tracer manuellement des polygones en créant des lignes droites.

3. Calcul de l'indice de naturalité du projet

Il faut d'abord connaître les surfaces correspondant à chacune des catégories présentes dans le périmètre d'étude. *Summary Statistics* permet de rapidement calculer la surface totale de chaque catégorie de naturalité, à condition de préciser le champ de naturalité dans le *Case field*.



On obtient ainsi la surface recouverte par chaque catégorie de naturalité.

Naturalite	SUM_Surface
0	17382.781755
1	22304.454539
2	19422.408966

La surface totale est de 59'109.65 m².

On peut donc calculer l'indice de naturalité du projet :

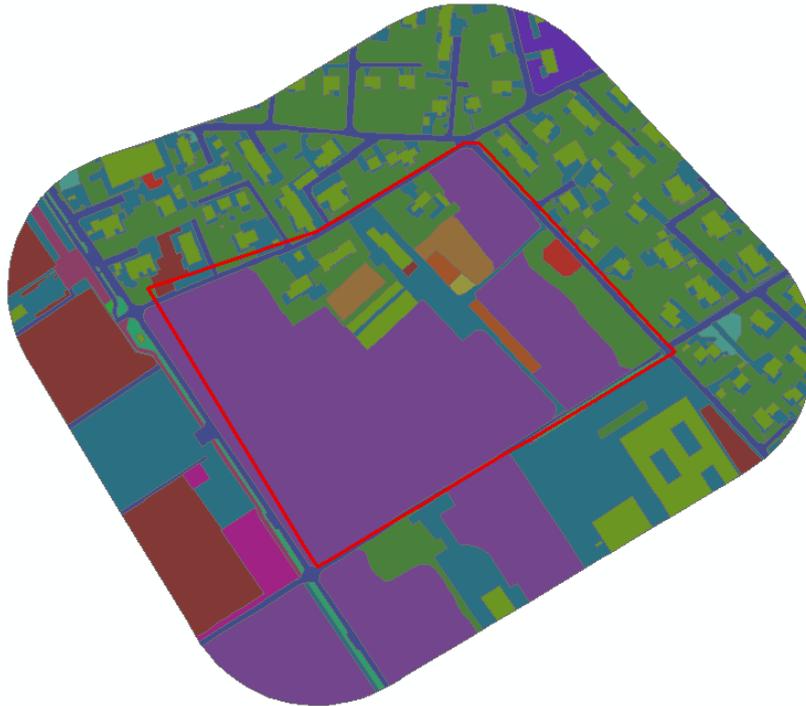
$$\frac{0 \times 17382.78 + 1 \times 22304.46 + 2 \times 19422.41}{59109.65} = \mathbf{1.04}$$

4. Calcul de la naturalité pré-projet

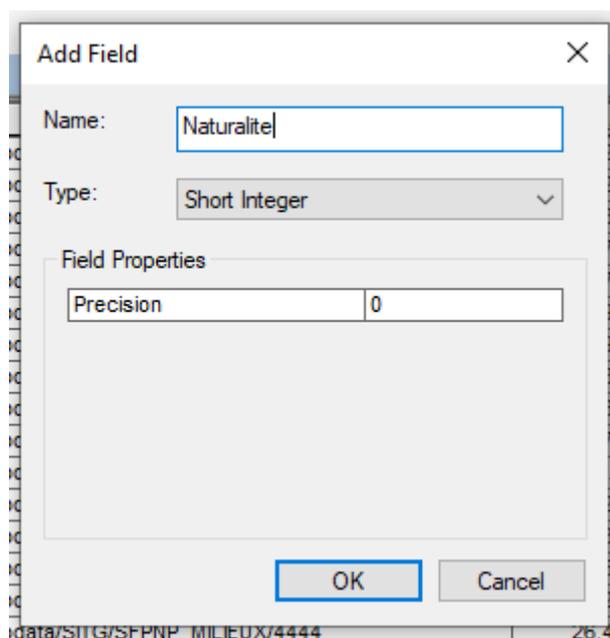
Clip de la carte des milieux par le périmètre du projet.

N.B. Afin d'avoir une meilleure idée des alentours du projet, il peut être intéressant de cartographier le périmètre avec une zone tampon de 100m, comme cela a été fait ci-dessous (outil : *Buffer*). Toutefois, les calculs de la naturalité ne se font que sur les **surfaces situées à l'intérieur du périmètre** du projet.

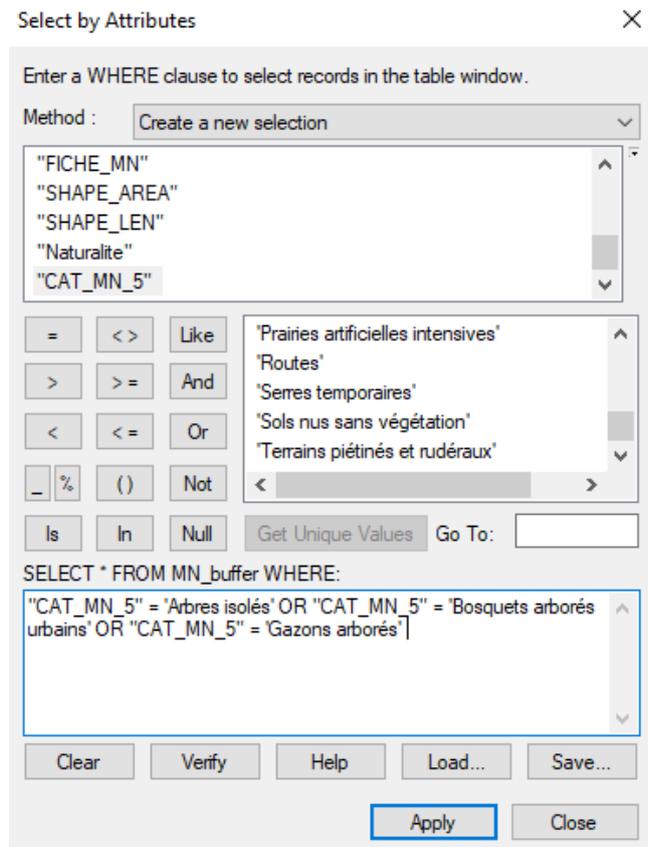
Au stade pré-projet, on trouve 11 catégories de milieux à l'intérieur du périmètre. Il va falloir réduire ces catégories aux 5 classes de naturalité, en modifiant la table d'attributs.



On commence par ajouter une colonne pour la naturalité :

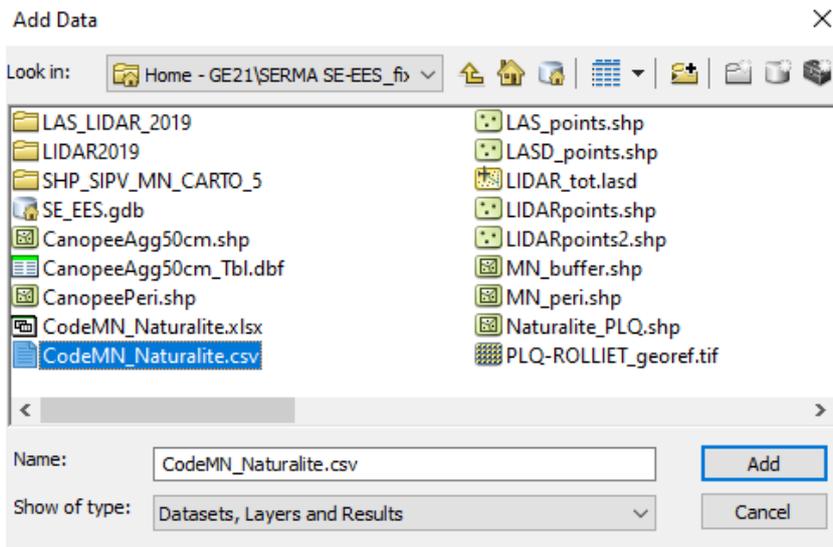


Puis, avec une Sélection par attributs, sélectionner tous les milieux appartenant à une même catégorie de naturalité.



Ensuite, à l'aide de la barre d'outils *Editor*, modifier la table d'attributs de la sélection en attribuant le score de naturalité adapté. Pour l'attribution des scores, il est possible de se référer au tableau de correspondance entre milieux naturels et naturalité, disponible sur demande à martin.schlaepfer@ge21.ch.

Pour modifier tous les éléments sélectionnés en une seule fois, cliquer sur le nom de la couche à modifier dans la fenêtre *Attributes* (ouverte à partir de la barre d'outils *Editor*) puis modifier le champ *Naturalite* apparaissant en dessous :



Le tableau de correspondance et la couche de milieux naturels sont désormais tous deux visibles dans ArcGIS. Il va falloir joindre les deux tables, afin d'ajouter les catégories de naturalité à la couche des milieux naturels. « CODE_5 » et « CAT_MN_5 » sont deux champs communs aux deux tables.

Table

CodeMN_Naturalite.csv

	CODE_5	MILIEU NATUREL (CAT_MN_5)	NATURALITE-locale (UNIGE)
	28	Accotements	2
	24	Alignements d'arbres	2
	23	Arbres isolés	2
	42	Aulnaies	4
	43	Autres forêts inondables	4
	45	Autres forêts mélangés	3
	0	Autres surfaces dures	0
	70	Bâtiments	0
	22	Bosquets arborés urbains	3
	57	Buissons mésophiles ou thermophiles	4
	77	Ceratophyllum demersi	4
	78	Charetum contrariae	4

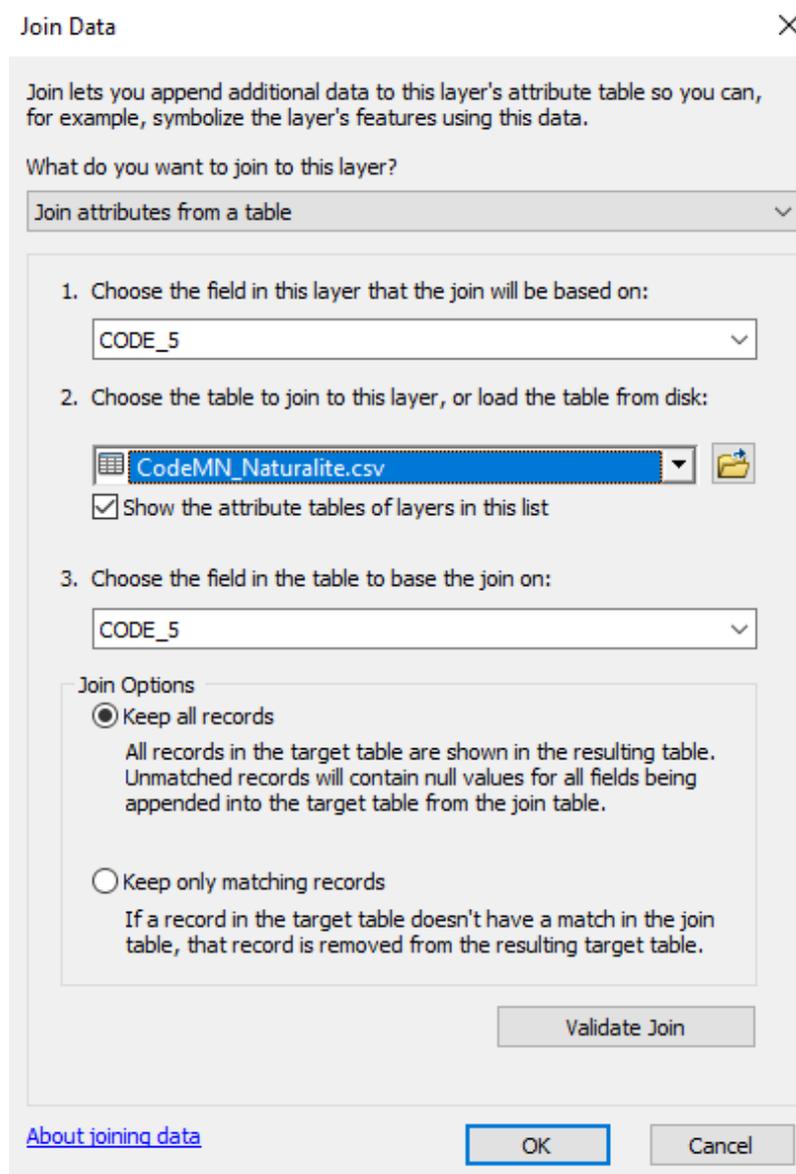
Table

SIPV_MN_CARTO_5

	FID	Shape	CODE_10	CAT_MN_10	CODE_5	CAT_MN_5
▶	9867	Polygon	12	Milieux herbacés intensifs	28	Accotements
	98678	Polygon	12	Milieux herbacés intensifs	28	Accotements
	98711	Polygon	12	Milieux herbacés intensifs	28	Accotements
	98712	Polygon	12	Milieux herbacés intensifs	28	Accotements
	98713	Polygon	12	Milieux herbacés intensifs	28	Accotements
	98714	Polygon	12	Milieux herbacés intensifs	28	Accotements
	98715	Polygon	12	Milieux herbacés intensifs	28	Accotements

Faire un clic droit sur la couche de milieux correspondant au périmètre du futur projet (suite au clip) → Joins and Relates → Join...

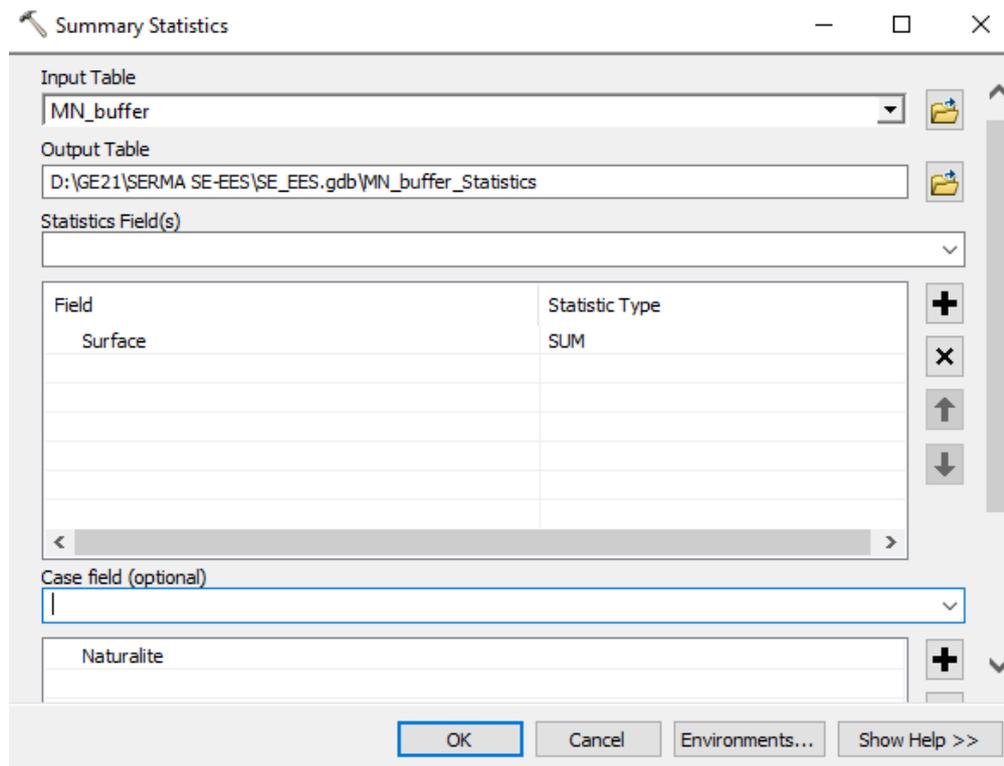
Choisir « CODE_5 » comme champ pour la jointure attributaire entre les deux tables.



La naturalité locale apparaît désormais dans la table d'attributs de la couche des milieux naturels.

	SHAPE_LEN	CODE_MN	CODE_5	MILIEU NATUREL (CAT_MN_5)	NATURALITE-locale (UNIGE)
▶	172.543701	4444	0	Autres surfaces dures	0
	13.485022	4444	0	Autres surfaces dures	0
	108.788891	4444	0	Autres surfaces dures	0
	2601.636169	4444	0	Autres surfaces dures	0
	37.737179	4444	0	Autres surfaces dures	0
	14.919482	4444	0	Autres surfaces dures	0
	44.431222	4444	0	Autres surfaces dures	0
	11.039328	4444	0	Autres surfaces dures	0
	180.868895	4444	0	Autres surfaces dures	0

Une fois que tous les éléments se sont vu attribuer une catégorie de naturalité, calculer la surface concernée par chaque catégorie avec *Summary Statistics*.



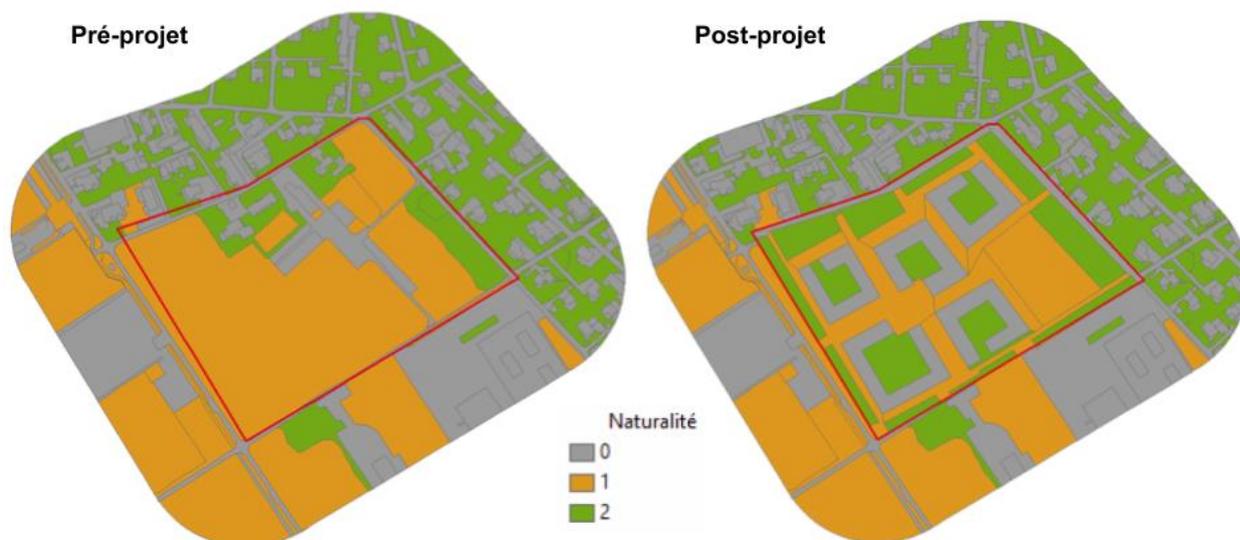
Pré-projet, la naturalité au sein du périmètre s'élève à :

$$\frac{42419.79 + 2 \times 7272.28}{59109.65} = 0.96$$

Naturalite	SUM_Surface
0	9417.576787
1	42419.792404
2	7272.276066

5. Comparaison des résultats pré- et post-projet

La naturalité post-projet (1.04) est légèrement plus élevée que la naturalité pré-projet (0.96). Ceci est dû à la création d'espaces verts au sein du nouveau quartier, qui compenserait a priori la création d'immeubles sur une zone auparavant agricole. Dans cet exemple, la situation post-projet propose une meilleure naturalité (= score plus élevé) que la situation pré-projet. **Les résultats sont donc favorables au projet de développement.**



N.B. Seule une partie du PLQ des Cherpines a été utilisée pour ce document et celle-ci a été simplifiée, afin de rendre la digitalisation plus rapide. Ce résultat ne reflète donc pas nécessairement la réalité de ce projet de quartier. La réalité du terrain n'étant pas connue, les grandes cultures présentes pré-projet ont été considérées comme de l'agriculture intensive, classant ce milieu dans la catégorie de naturalité 1. Toutefois, il se pourrait qu'il s'agisse d'agriculture plus extensive (catégorie 2), ce qui changerait alors les résultats. Une part d'interprétation et de connaissance du terrain reste donc nécessaire pour traduire les données de milieu en catégories de naturalité.

Interprétation générale de l'indice de naturalité :

Une valeur élevée est considérée comme souhaitable pour l'environnement.

La valeur dans un polygone concerne uniquement le milieu et ne prend pas en compte les écosystèmes environnants. Si l'on connaît les intentions d'un projet, on peut calculer la valeur moyenne de la naturalité avant et après le projet. Un projet sera bien évalué si le score de naturalité augmente par rapport à la situation pré-projet.

Une valeur moyenne de naturalité de 2.0 est préconisée au niveau cantonal, car une telle valeur correspond à un état qui respecte les objectifs d'Aichi (13% en réserves, 17% en équivalent fonctionnel et surfaces imperméables limitées). Au niveau de chaque projet (PLQ, commune), on visera une amélioration du score.

Pour toute question relative à la marche à suivre ou à l'indicateur, contacter martin.schlaepfer@ge21.ch.