SOMMAIRE

1. In	troductiontroduction	4
1.1.	Contexte	4
1.2.	Problématique de l'étude	4
2. De	escription de nos données	5
2.1.	Couches utilisées	6
2.2.	Fichier : potentiel écologique de chaque milieu	6
2.3.	Fichier : coefficients de présence des milieux par secteur Welten et Sutte	er 8
3. M	éthode	8
4. Ré	ésultats	10
4.1.	Etape 1 : Préparation des données	10
4.1.	1. Reclassification des couches	10
4.1.	2. Mise en place d'un quadrillage de points	11
4.1.	3. Elimination des points se trouvant hors de la Suisse	12
4.1.	4. Modification des coordonnées des points	12
4.1.	5. Attribution des variables pour tous les points	13
4.1.	6. Transformation des points en rasters	14
4.1.	7. Exportation du fichier « matrice écologique » dans Access	15
4.1.	8. Lier le fichier et la couche Welten & Sutter	16
4.2.	Etape 2	16
4.2.	1. Création du Model Builder	16
4.2.	2. Automatisation du processus grâce à Python	19
4.3.	Etape 3	19
4.4.	Cartographie des milieux	
5. Ré	ésultats	20
6. Co	onclusion	24
7. Ré	éférences	25
	nnexe	26

1. Introduction

1.1. Contexte ¹

Ce stage, intégré dans le Certificat de spécialisation en Géomatique a été réalisé au Centre Suisse de Cartographie de la Faune (CSCF) à Neuchâtel, sous la direction de Fabien Fivaz.

Le projet (initié par la Confédération) de cartographie statistique des milieux naturels de Suisse a pour but d'identifier les zones potentiels des milieux naturels afin de pouvoir les valoriser et / ou les protéger. L'objectif du projet est d'établir par une modélisation experte une carte des habitats (livre : milieux naturels Suisse de R. Delarze et Y. Gonseth, 2008). Les auteurs ont qualifié les milieux naturels selon deux approches complémentaires :

- les espèces caractéristiques, souvent des plantes,
- l'écologie des milieux.

Ces deux approches sont reprises ici afin de modéliser la probabilité de présence des milieux pour chaque hectare (4.2 millions d'hectare) en Suisse, par analogie au système GEOSTAT de l'Office fédéral de la statistique^{2.}

La deuxième phase de ce projet est de vérifier si la théorie cartographique rejoint la réalité du terrain, pour ce faire des visites de terrain seront entreprises par le CSCF en 2011, afin de valider les résultats de la modélisation.

1.2. Problématique de l'étude

La Suisse compte 170 milieux naturels compris dans les 8 catégories suivantes :

- eaux libres;
- rivages et lieux humides ;
- glaciers, rochers, éboulis et moraines ;
- pelouses et prairies ;
- landes, lisières et mégaphorbiais ;
- forêts;
- végétation pionnière des endroits perturbés par l'homme ;
- plantation, champs et culture

Ces milieux sont caractérisés par des variables écologiques (altitude, la présence d'eau, les variables physico-chimiques du sol etc.), des variables anthropiques (agriculture, activités humaines etc.), des plantes caractéristiques (fortement inféodées au milieu), des plantes fréquentes (moins strictement inféodées au milieu) et également par des espèces animales (oiseaux, insectes, amphibiens etc.).

Chaque milieu naturel de Suisse a été défini par des personnes expertes, grâce à des espèces caractéristiques et l'écologie des milieux. Ces différents détails nous ont été transmis par M. Delarze au travers de deux matrices (fichiers Excel) qui identifient :

• Le profile écologique de chaque milieu décrit à travers 7 variables écologiques

 $^{^{\}rm 1}$ Les premiers chapitres sont tiré du document « Aspects technique » fourni comme base pour le stage par le CSCF

² http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index/dienstleistungen/geostat.html

Sophie Juget

• Pour chaque secteur Welten & Sutter³ la probabilité d'y trouver chaque milieu naturel (coefficient de présence du milieu) (figure 1)



Figure 1 : Découpage des secteurs de l'atlas Welten et Sutter

Selon les objectifs et les données à disposition on peut résumer la problématique dans la formule suivante :

Calcul de la probabilité de présence du milieu sur le pixel (valeurs du profil écologique de chaque milieu multiplié les unes aux autres)

Coefficient de présence du milieu milieu dans le secteur Welten & Sutter dans lequel se trouve le pixel

Figure 2 : Formule du calcul de probabilité de présence d'un milieu pour un pixel

Il fallait donc trouver une méthode qui permettait de partir de données brutes pour aboutir à une cartographie des 4.2 millions d'hectares (annexe 1). La méthode a du être adaptée plusieurs fois, afin de répondre au mieux aux exigences techniques et aux objectifs.

Pour arriver au résultat, les programmes Excel, Access, ArcGIS et Python ont été utilisés. La quantité importante des données à traiter à nécessité un ordinateur performant.

2. Description de nos données

Les données de bases nécessaires à la réalisation de ce travail sont de deux types :

- des couches (pente, précipitations etc.);
- deux fichiers Excel : le potentiel écologique de chaque milieu et les coefficients de présence des milieux par secteur Welten & Sutter.

³ Atlas floristique de la Suisse de 1982 écrit par Welten et Sutter. L'atlas est basé sur 180'000 données pour les 624 secteurs (découpage biogéographique)

Pour une meilleure compréhension le contenu des deux fichiers Excel va être expliqué ainsi que les couches utilisées

2.1. Couches utilisées

Toutes les couches présentes sont disponibles auprès de l'administration ou du serveur de CSCF. Ces 11 couches sont à la base du travail, elles ont été enregistrées afin de ne pas modifier les couches d'origines du serveur du CSCF .

Variables écologiques

- **V25 surface primaire** : catégories d'objets surfaces (zones d'habitations, barrages, carrières, lacs, vergers, gravières etc.)
- Landuse: 72 types de milieux (décharges, chantiers, forêts, bosquets, pâturages, prairies...)
- **Asp**: orientation (N, S, E, O ou plat)
- Pyear: précipitations annuelles en milimètre
- **Slope**: pente entre 0 et plus de 45°
- **Gsgeotech polygon** : géologie de la Suisse, type de substrat (ex alluvions, éboulis, marnes...)
- **Altitude** : altitude de la Suisse, utilisé pour affiner les catégories de la couche thermique
- **Thermique**: thermique

Autres couches utilisées

- **Gssuisse polygon** : périmètre de la Suisse
- Wswelten polygon : 624 secteurs Welten & Sutter, couche utilisée pour établir les cartes du livre des milieux naturels de Suisse
- Mask_ch : permet d'avoir un modèle de grid 100 x 100m

2.2. Fichier : potentiel écologique de chaque milieu

Le fichier Excel contient 170 milieux, chaque milieu est défini selon 7 variables écologiques (thermique, altitude, pente, orientation, vecteur25, géologie, geostat). Pour chaque variable une note est attribuée, comprise entre 0, 1, 2, 3 (équivalente à une probabilité comprise entre 0, 0.33, 0.66 ou 1) (figure 3)

Echelle	Probabilité	Présence du milieu
0	0	Exclue, impossible
1	0.33	Très incertaine, tout au plus à l'état rudimentaire, appauvri
2	0.66	Possible sous forme fragmentaire, conditions imparfaitement remplies
3	1	Possible, compatible avec le paramètre (ce qui ne tient pas compte du degré de rareté du milieu, de la probabilité qu'il soit effectivement présent)

Figure 3 : Explicatif de la probabilité de présence d'un descripteur d'un milieu

Les sept variables écologiques sont décrites en plusieurs catégories, le tableau suivant résume le nombre de catégories par variable écologique (figure 4)

Variable écologique	Nombre de catégories				
Altitude	12				
Pente	5				
Thermique	25				
Exposition	5				
Type de surface selon Vecteur25	24				
Type de surface selon GEOSTAT	72				
Type de roche-mère selon carte géologique	13				
simplifiée de la Suisse					

Figure 4 : Nombre de catégories par variables écologiques

Le tableau suivant montre un exemple de la matrice.

od Su Su Su Su Su Su Su Su Su Su Su Su Su	500-750	750-1000	1000-1250	1250-1500	τ	1750-2000	52	2250-2500	2500-2750	2750-3000	0-5*	5-15	15-25	25-45°	>45°	plat	N: 315*-45*	E:45*-135*	S:135*-225*	0:225*-315*	Z_BaumS	Z_Fels	Z_fluss	2_Geruen 7_Cerool	Z_Geruel	Z_Gerwa
					- 1	- 1	- 1	- 1		- 1	-	1	1					- 1	- 1			- 1	- ;	\exists		
131 TYPO_1.3.1 Végétation des rochers calcaires humides	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0 1	0 :	3 3	3	3	0	3	3	3	3	0	3	0	0	1	1 1
132 :TYPO_1.3.2 :Végétation des sources alcalines	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	0 :	3	3 3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0 0
132 TYPO_1.3.2 Végétation des sources alcalines	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0 0
133 TYPO_1.3.3 Végétation des sources acides	3	3	3	3	3	3	3	2	1	1	0 :	3	3 3	2	1	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0 0
211 TYPO_2.1.1 Dépression inondée à utriculaires	3	3	3	1	1	0	0	0	0	0	0 :	3 2	2 1	. 0	0	3	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0 0
2121 TYPO_2.1.2 1 Roselière lacustre	3	3	3	2	1	0	0	0	0	0	0	3] :	1	0	0	3	2	2	2	2	0	0	0	0	0	o: c
2122 :TYPO_2.1.2 2 :Roselière terrestre	3	3	3	3	2	1	0	0	0	0	0: :	3	3 2	0	0	3	3	3	3	3	0	0	0:	0		0:
																								Т		_
213 TYPO_2.1.3 Végétation temporaire des grèves	3	3	3	3	3	2	1	1	0	0	0 :	3 2	2: 1	. 0	0	3	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0 0
214 TYPO_2.1.4 Végétation des rives d'eau courante	3	2	1	0	0	0	0;	0	0	0	0; ;	3	3 2	0	0	3	2	2	2	2	0	0;	0	0	0	0 0
2211 :TYPO_2.2.1.1 :Magnocariçaie s.str.	3	3	2	2	2	1	0	0	0	0	0	3	3 2	0	0	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0 0
													7	1											7	

Figure 5 : Matrice Potentiel écologique. Chaque milieu est défini selon une probabilité comprise entre 0 et 3. La roselière terrestre a une forte probabilité d'être présente entre 500 et 1500 m d'altitude (milieu typique de ces altitudes), sa probabilité chute à 2 (0.66) pour une altitude entre 1500 et 1750 m (milieu limité dans ces altitudes) etc. Un milieu est ainsi défini selon des probabilités.

2.3. Fichier : coefficients de présence des milieux par secteur Welten et Sutter

La matrice donne les coefficients de présence de chaque milieu dans les secteurs WELTEN & SUTTER (figure 6). Ces coefficients, sont compris entre 0 et 1, ils correspondent aux valeurs utilisées pour établir les cartes du livre des milieux de Suisse. Le fichier intègre tout le travail réalisé pour le livre des milieux naturels de Suisse (Delarze et Gonseth, 2008), à partir des moyennes indicatrices de Landolt, des espèces caractéristiques, ainsi que toutes les corrections et retouches apportées par les experts.

secteur_WS	TYPO111	TYPO112	TYPO113	TYPO114	TYPO121
101	0.00	0.25	0.00	0.20	0.00
102	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
103	0.00	0.00	0.53	0.15	0.00
104	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00
105	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Figure 6 : Extrait du fichier coefficients de présence du milieu par secteur Welten & Sutter. Si l'on prend l'exemple du milieu 112, il pourra être présent sur le secteur 104 mais aura une plus grande probabilité pour le secteur 101. Il sera absent des secteurs 102, 103 et 105.

3. Méthode

Le résumé de la méthode pour arriver à cartographier les 170 milieux est présent dans la figure suivante (figure 7). Afin de faciliter la compréhension elle est séparée en 3 étapes :

- 1. Etape 1 : préparation et transformation des diverses données (les couches, les fichiers Excel etc.) pour les rendre opérationnelles pour l'étape 2. Il s'agit d'une étape importante et longue, qui traite de nombreuses données. Plusieurs essais et techniques ont du être testés ;
- 2. Etape 2 : construction du *Model builder* (calcul des probabilités pour chaque milieu), automatisation du processus grâce au programme *Python*. Plusieurs essais ont été nécessaires pour cette étape importante.
- 3. Etape 3 : Cartographie des milieux

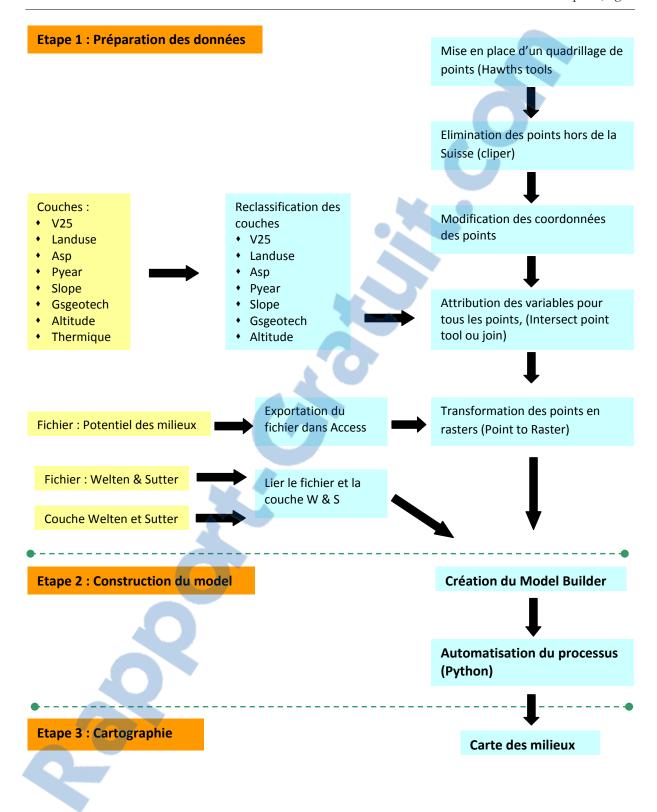


Figure 7 : Résumé de la méthode utilisée pour cartographier statistiquement les milieux naturels de Suisse

4. Résultats

4.1. Etape 1 : Préparation des données

4.1.1. Reclassification des couches

Cette étape permet de classer les données des couches en fonction des classes utilisées dans le fichier potentiel écologique des milieux. Si l'on prend l'exemple de l'altitude : un point donné de la Suisse est à une altitude de 230m, il faut donc la reclasser selon le fichier excel du potentiel écologique des milieux dans la catégorie 200-500m Ce processus a été effectué pour toutes les variables écologiques.

Lors de cette étape différents problèmes sont survenus, les catégories établies pour le projet ne correspondaient pas toujours à la réalité des données des couches, certaines cartes étaient incomplètes (absence d'une partie de la Suissse en ce qui concernait la couche landuse de 2009, nous nous sommes donc basés sur la couche de 1997 avec un certain nombre de modifications) (annexe 2). En effet, certains milieux ont été fussionés et d'autres ajoutés (tous les fichiers excel ont du être adaptés).

Les variables reclassées sont :

- Altitude
- Pente
- Orientation
- Pluviométrie
- Géologie
- V25
- Landuse
- Thermique

Toutes ces couches ont été retravaillées et classifiées (regroupées) pour correspondre à la matrice « potentiel écologique de chaque milieu ».

Pour ce faire deux techniques ont été utilisées selon le format de la couche :

1. Couche en Raster : utilisation de *Reclassify*, Les nouvelles valeurs sont entrées dans New value.

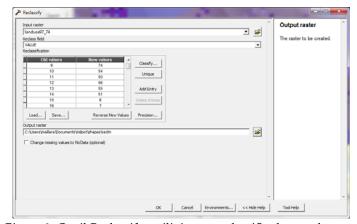


Figure 8: Outil Reclassify, utilisé pour reclassifier les couches

- 2. Couche en shape (polygone), click sur la table attributaire puis :
 - *ajout* d'un nouveau champ;
 - option, select by attribut (on sélectionne se que l'on veut regrouper), apply
 - click droite sur la nouvelle colonne que l'on vient de créé, click sur *filtre calculator* et on donne la nouvelle valeur pour notre sélection.

Les tableaux en annexe (annexe KK) représentent les 8 variables écologiques utilisées avec leur numéro d'attribution et leur légende. Toutes les couches modifiées ont été exportées puis renommées.

4.1.2. Mise en place d'un quadrillage de points

Ce quadrillage est primordial, car il permet d'effectuer tous les calculs des étapes suivantes. En effet, chaque point (intersection des hectares de Suisse) aura une donnée pour les 7 variables écologiques.

Cette étape a été réalisée grâce à l'outil : *Hawths tolls* qui a été téléchargé depuis le site : http://www.spatialecology.com/htools/ .L'outil utilisé se trouve dans *Hawths tolls, regular point generation*

En le complètent comme suit, on obtient des points pour un rectangle englobant la Suisse

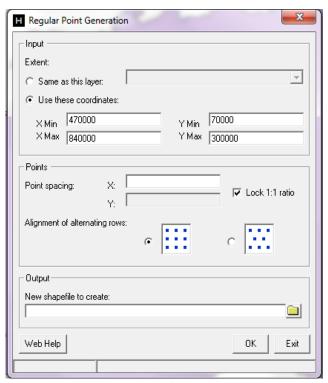


Figure 9: Outil pour générer des points sur toute la suisse

Plus de 8 millions de points ont été générés. Ce qui représente un volume important à traiter. Afin de diminuer le nombre de données d'une façon importante, les points se trouvant hors de la Suisse ont été éliminés (chapitre suivant).

4.1.3. Elimination des points se trouvant hors de la Suisse

La quantité de points nécessite un ordinateur puissant, plusieurs méthodes ont dû être utilisées, au final l'ordinateur le plus puissant du CSCF a été employé. Les différents outils testés sont les suivants :

- Select by location : n'a pas fonctionné du fait du nombre de données trop important ;
- Cliper: méthode utilisée avec un ordinateur puissant.

Remarque : malgré l'extraction de tous les points hors de la Suisse, le poids de cette couche, ainsi que le temps de traitement s'avère relativement long, il a donc été décidé d'utiliser dans un premier temps une bande qui part du Jura jusque dans les Alpes et de réaliser toute la démarche avec cette bande afin, de valider le procédé et de traiter les données plus rapidement. Suite à la validation de la méthode tout le procédé s'est effectué pour la Suisse entière.

4.1.4. Modification des coordonnées des points

Cette étape est indispensable avant de passer par l'outil Point to Raster. Elle doit aussi être faite avant l'étape 5.1.5, afin que les données exactes (valeurs écologiques) soit enregistrées. L'outil utilisé pour passer de points à des rasters se trouve dans Conversion *Tools, Point to Raster*. Cette technique calcule des points du côté gauche et non à droite. Comme dans la méthodologie (rapport Aspect technique, CSCF 2010) il a été défini que les données seraient prises en haut à droite, on doit déplacer les points de 50 m en X et de 50 m en Y.

Deux étapes sont nécessaires pour obtenir les nouvelles coordonnées de X et de Y :

- 1. Ajouter les coordonnées de X et Y à tous nos points de Suisse: *Arc Toolbox, Data Management Tools, Add XY Coordinates*.
- **2.** Ajouter les 50 m en X et en Y : *open attribut* table, click sur la colonne X ou Y , *field calculator* et on note comme suit :

Pour X : [point_X] + 50 ou Pour Y : [point_Y] + 50

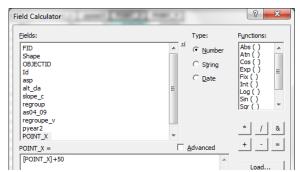


Figure 10 : Outil pour modifier les coordonnées de X et Y

3. Lorsque les nouvelles coordonnées sont prêtes, on reste toujours dans la table attributaire, *option*, *export*, et on l'enregistre (géodatabase ou ailleur). On click sur **oui** lorsque l'ordinateur nous demande si l'on veut add the new table

- **4.** On click droite sur la table, *display XY data*.
 - XField = Point_X
 - Y Field = Point_Y ce sont les deux colonnes de la couche.
 - *Edit, Import* (on import un système de coordonnée comme par exemple une couche qui se trouve dans : \$Clean/Cover).
 - Cette étape cré une couche event.
- 5. La nouvelle couche est positionnée dans l'onglet source (*Event*) mais dans ce format (table) on ne pourra pas l'utiliser avec l'outil *point to Rater* (étape 5.1.6). On va donc transformer cette table en shape. On click droite sur la *Table Event, data, export* et on nome la nouvelle couche.

4.1.5. Attribution des variables pour tous les points

Cette étape permet de joindre les données des variables comprises dans les couches recalcifiées (5.1.1) au point de l'étape précédente.

Deux méthodes ont dû être utilisées pour réussir à obtenir les données des 7 variables pour chaque point.

- 1. La première technique (*Intersect Point Tool*) s'est appliquée pour l'altitude, la pluviométrie, l'orientation, la pente, le landuse, le thermique et la géologie.
- 2. La deuxième méthode (*join* à partit de la couche décalée du chapitre 5.1.4) s'est appliquée pour le vecteur25, car l'outil Intersect point tool n'a pas fonctionné.
- 1. Intersect Point Tool

L'outil se trouve :Hawths Tools, Analysis Tools, Intersect point tool.

Il est rempli comme suit:

- Point file to intersect : la couche avec les points décalés ;
- Select layers to intersect with: cocher une couche des 7 variables qui ont été reclassifiées;
- Cocher: Ignore all spatial reference

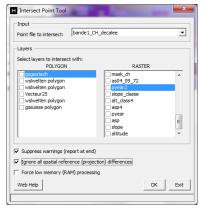


Figure 11: Outil Intersect Point Tool

2. Join Data

L'outil se trouve lorsque l'on click droite sur la couche des points (grid100), join and relate; join.

Il est rempli comme suit :

- Join data from another layer based on spatial location
- Choose the layer to join to this layer: la couche Vecteur25

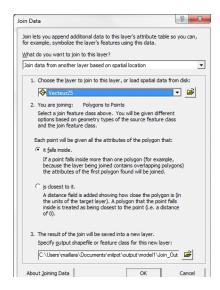


Figure 12: Outil Join Data

Lorsque cette étape est finie, on se retrouve avec un nouveau fichier qui contient non seulement les champs du grid100 mais également tous les champs de la couche Vecteur25 (polygone), il ne reste qu'à supprimer tous les champs en exccès. Pour ce faire, on ouvre la table attributaire, on sélectionne le champs à effacer, option, delete field.

La couche créée avec le vecteur 25 possède de nombreux zéro (environ 6000) ceci est dû aux points qui tombent exactement sur une ligne. On a essayé d'éliminer cette erreur en clickant sur close to it ou en changent l'environnement de travail mais ce problème a persisté. 6 milles points sur 4 millions étant relativement peu, il a été décidé de laisser ces points sous la valeur de zéro.

Les deux méthodes (join ou field calculator) peuvent durer plusieurs heures.

4.1.6. Transformation des points en rasters

Cette étape va nous permettre de transformer nos 4.2 millions de points en raster, format plus adéquat pour la suite du travail. Pour éviter de changer à chaque fois l'environnement de travail on le met définitivement pour cette cession :

ArcTool box, click droite, environnement:

General setting : extent same as mask_ch

Raster analysis : Cell size mask_ch

Mask: mask ch

On peut maintenant utiliser *Point to raster* qui se trouve dans *l'Arc Toolbox, Conversion Tools, Point to Raster* et le remplir comme suit :

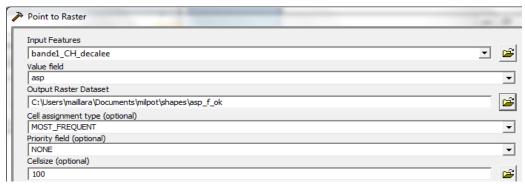


Figure 13: Outil Point to Raster

Le *Input Feature* correspond à la couche des points que l'on a décalé au chapitre 5.1.4 La *Value Field* est à modifier selon la variable écologique que l'on veut transformer. Les couches grid ainsi créées sont nommées et enregistrées dans un dossier.

4.1.7. Exportation du fichier « matrice écologique » dans Access

Avant de transporter le fichier en Acces ou dans ArcMap, il faut toujours bien controler les donnees excel du dossier source (matrice écologique) car, plusieurs coquilles ont été retrouvées et peuvent altérer les futurs calculs.

Les différentes étapes pour les deux matrices sont :

Dans Excel:

- les transposer
- Changer les valeurs de la matrice écologique : 1 passe à 0.1 ; 2 = 0.4 ; 3= 1 et 0 = 0. On utilise un test logique du style SI (test logique ; [valeur si vrai] ; [valeur si faux]), dans notre cas la formule utilisée est :

=SI(Final_ok!E2=1;0.1;SI(Final_ok!E2=2;0.2;SI(Final_ok!E2=3;1;SI(Final_ok!E2=0;0)))) . Cette formule prend ses valeurs sur la feuille Final_ok, ce qui permet en cas de changement de cette dernière de modifier automatiquement la feuille final_deci et la feuille final_base10 qui représente la feuille final_deci * 10 car l'outil reclass by table que l'on va utiliser dans le model builder pour les calculs n'accepte que des entiers. C'est donc cette dernière qui sera transposée en Access et utilisée pour les calculs (figure suivante).

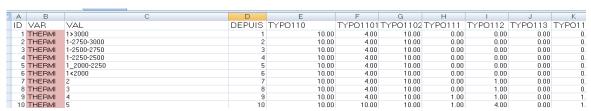


Figure 14: Fichier Valeur écologique aorès modification

Dans Access:

• ouvrir un nouveau fichier, *import data*, *excel* et suivre les indication. Attention, le format est integer (entier long) ou texte (pour VAR et VAL). Les autre format posent un problème dans l'outil *reclass by table* (model builder et pytho).

Le fichier access ainsi créé peut être importé dans ArcMap

4.1.8. Lier le fichier et la couche Welten & Sutter

Cette dernière étape de préparation des données a pour but de lier le fichier Excel Welten et Sutter avec la couche Welten et Sutter.

Pour ce faire il faut:

- Importer le fichier Excel et la couche Wswelten dans arcMap grâce à Add data
- Lier la table excel à la couche. On click droite sur la couche, *joins and relates*. On le remplit comme suit (figure kk): 1. VEGNR (champs commun), 2. fichier Excel Welten & Sutter; 3. le joint est basé sur le champ secteur WS.

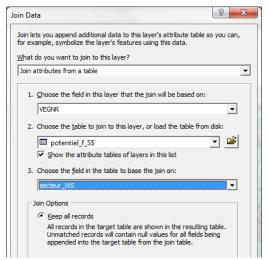


Figure 15 : Outil Join data rempli

La nouvelle couche est enregistrée, elle contient tous les milieux par secteur Welten & Sutter

4.2. Etape 2

4.2.1. Création du Model Builder

Cette étape permet de créer un model qui effectue grâce à des outils les différentes sélections, calculs nécessaires pour obtenir la probabilité d'un milieu par pixel . Le model est testé puis modifié selon les besoins du projet (automatisation du processus) grâce au programme python.

En page suivante un shéma du model builder (figure 16). Les outils utilisés sont listés et décrits dans le paragraphe suivant. Pour des compléments d'information, voir l'annexe 4.

- 1. *Table Select* : permet de sélectionner la variante désirée dans le fichier access des milieux naturels. Cette étape est effectuée pour les 7 variables écologiques ;
- 2. Parameter : permet de définir le numéro du milieu que l'on veut traiter ;
- 3. *Reclass by Table*: Reclasse pour un milieu (2) chacune des tables de l'étape 1 avec chacune des couches des variables prédéfinies;
- 4. Float: Permet de convertir chaque valeur d'un raster en un point flottant (exemple 1 passe à 1.0);
- 5. *Divide*: permet de diviser la valeur de deux raster ensemble (issu de l'étape 4) ou en mettant une constante. Ici on divise le raster par 3 pour avoir nos futures probabilités (1 ou 0.66 ou 0.33 ou 0);
- 6. *Single output Map Algebra* : permet de calculer la probabilité du milieu selon les valeurs écologiques. Les 7 variables écologiques sont multipliées entre elles ;
- 7. *Polygone to raster*: permet de transformer la couche polygonale de Welten & Sutter (issu du chapitre 5.1.8) en Raster;
- 8. *Single output Map Algebra* : Cette étape permet de multiplier la probabilité d'un milieu (issu des 7 variables écologique) avec les données raster de Welten et Sutter ;
- 9. *Single Output Map Algebra* : on multiplie 100 à la carte sortante (8) pour obtenir des %.

On se retrouve au final avec une carte du milieu choisi qui prend en considération 7 variables écologiques et les données Welten & sutter

Afin d'automatiser le processus, le model builder est transcrit et modifié sur le programme python

.

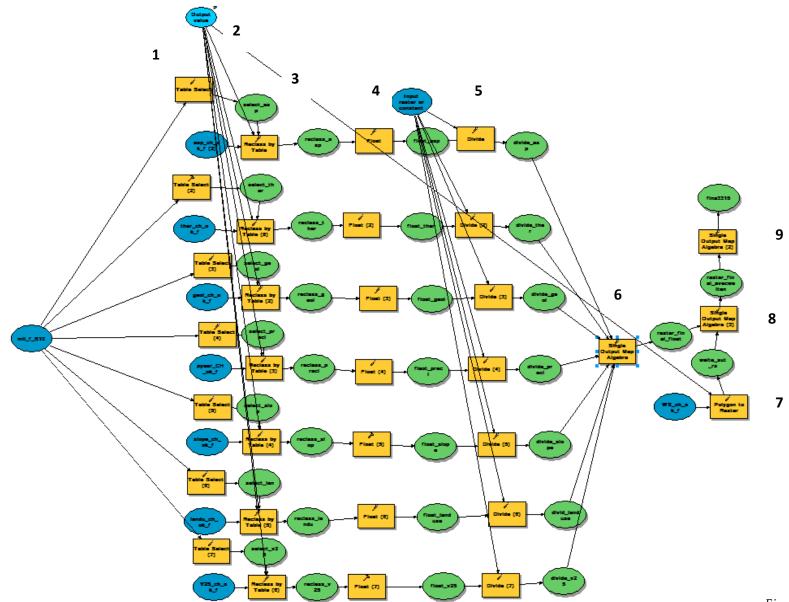


Figure 16: Model builder créé

4.2.2. Automatisation du processus grâce à Python

Le script a pour but de réaliser automatiquement pour tous les milieux une couche selon les paramètres définis dans le model builder

L'exportation en format python (.py) se fait en un click dans le model builder sur *export, to script, python*. Ce fichier ainsi exporté nous permet d'avoir le script de base du model builder. Le script complet est présent à l'annexe 5

Le mode opératoire ci-dessous permet d'expliquer le code python présent en annexe (annexe 3) :

- 1. Dans un premier temps, il est nécessaire d'importer les modules nécessaires à l'exécution du script, de créer l'objet géoprocesseur et de s'assurer que l'information générée sera écrasée à chaque nouveau run (gp.overwriteoutput = 1). De plus, il faut importer les toolbox Spatial Anaalyst, 3D Analyst, Analysis Tools et Conversion Tools;
- 2. Intégrer des petits calculs intermédiaires qui s'inscrivent (print) permet de constater plus facilement ou sont situés les différents problèmes rencontrés ;
- 3. Configuration de l'environnement de travail, afin d'éviter un décalage des cartes sortantes ;
- 4. Pour automatiser le processus, calculer la présence de chaque milieu pour toute la Suisse, il convient de : faire la liste complète de tous les milieux (=output_value_field_list). Cette liste servira à faire la boucle avec l'expression for et in. Le reste du script est indenté afin de montrer que c'est la suite du script qui est à répéter pour les différentes variables de la output_value_field_list;
- 5. le + *output_value_field* à la fin d'un chemin d'accès permet de mettre à la suite du nom du fichier le numéro de typo (milieu) que le script est en train d'effectuer;
- 6. Il a fallu modifier et prendre en compte dans tout le script la output_value_field..

Le script est effectué pour les 170 milieux naturels

4.3. Etape 3

4.4. Cartographie des milieux

Les couches raster des 170 milieux peuvent maintenant être importées dans ArcMap, pour être traitées. Il est impératif lorsque l'on traite ces différentes cartes, de toujours exclure au moins les valeurs zéros. La figure suivante (figure 17) montre un exemple d'une carte traitée. Il s'agit de prairie mi-sèche (Mesobromion).

Prairie mi-sèche médio-européenne (mésobromion) 4.2.4

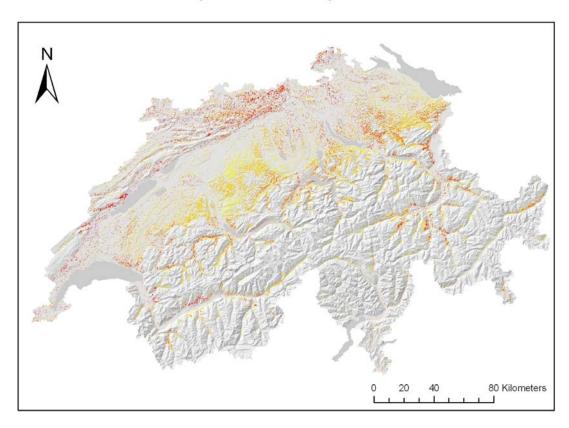






Figure 17 : Exemple d'une carte sortante, milieu 4.2.4

La pertinence des résultats sera traitée dans le chapitre suivant.

5. Résultats

Les résultats obtenus ont été analysés par Yves Gonseth et Reymond Delarze⁴ deux biologistes connaissant bien les milieux naturels Suisse. En général les deux biologistes étaient plutôt satisfaits de la répartition de chaque milieu et très surpris de la justesse pour certains milieux.

⁴ Auteurs du Guide des milieux naturels de Suisse, ed : Rossolis, 2008

Trois exemple ont été sélectionnés afin d'analyser brièvement les résultats (figures 18, 19 et 20) :

A gauche la carte selon le procédé proposé dans le travail, à droite la carte actuelle que l'on retrouve dans le guide des milieux naturels. Cette dernière est établie à partir de la distribution des espèces typiques selon le principe suivant : somme pondérée, pour chacun des 596 secteurs de l'Atlas, du nombre d'espèces de l'unité signalées (observation après 1980) et pondérée selon leur statut (régional, liste Rouge). Dans le calcul, selon leur importance (espèce caractéristique ou moins strictement inféodée) les espèces sont pondérées selon un coefficient. La somme du secteur le plus riche correspond au maximum observé (Delarze & Gonseth, 2008).

Comparaison générale de ces deux méthodes :

- La carte de distribution présente dans le livre est plus grossière. Ceci s'explique par le fait qu'elle est basée seulement sur les secteurs de Welten et Sutter, qui sont des zones relativement importantes (figure 1). La distribution de cartographie statistique est plus fine car elle est basée sur les hectares (pixel).
- La cartographie statistique se base non seulement sur 7 variables écologiques mais aussi sur les secteurs Welten et Sutter, ce qui augmente l'exactitude des données
- Les plantes observées tiennent un rôle important dans l'extrapolation des deux variantes. En effet le fichier Welten et Sutter est construit en fonction des plantes observées ce qui selon les espèces peut favoriser ou non certains milieux. Certaines plantes comme les orchidées etc. seront certainement plus souvent mentionnées par des observateurs que des carex par exemple, ce qui aura pour conséquence d'influencer certains milieux en augmentant leur présence sur le territoire. La présence d'une plante caractéristique ne détermine pas toujours un milieu. Ce biais est d'autant plus marqué pour les cartes de droite car basées principalement sur ce concept.

Comparaisons détaillées :

Les deux méthodes (figure 18) de cartographie semblent relativement similaires pour le *Mesobromion*. Les zones à potentiel élevés pour le *Mesobromion* sont localisées dans le même secteur (nord de la Suisse principalement). Les chances de trouver un *Mesobromion* sur Genève (carte de gauche) sont très restreintes en comparaison de la carte de droite.

Milieu ayant fortement régressé au cours des 50 dernières années, il est aujourd'hui protégé par l'OPN (Ordonnance fédérale de Protection de la Nature). Il semble que la cartographie ait majoré sa répartition par rapport à la réalité du terrain. Un contrôle sur le terrain et une analyse plus poussée pourra confirmer ou rejeter cette affirmation.



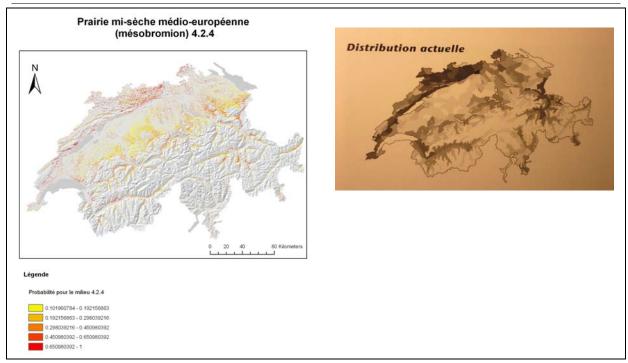


Figure 18 : Comparaison entre la carte issue de la méthode statistique (gauche) et du livre des milieux naturels de Suisse (droite) pour un Mesobromion

La carte statistique de la Pessière est encore une fois bien plus précise (figure 19). Ce milieu obtient de forte probabilité (en rouge sur la carte) pour de grandes surfaces. En effet, ce milieu forestier se rencontre principalement sur des substrats acides, à une altitude comprise entre 1200 et 2000 m. Ces deux facteurs ne sont pas du tout pris en considération sur la carte de droite.

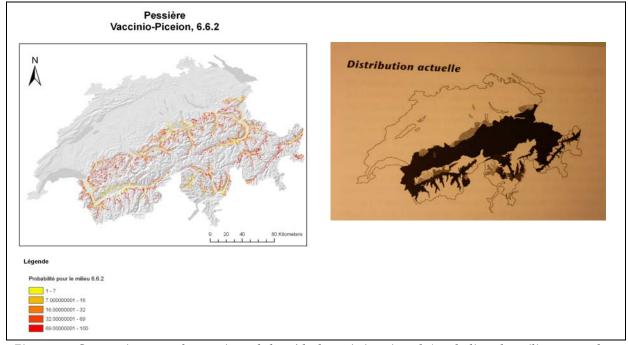


Figure 19 : Comparaison entre la carte issue de la méthode statistique (gauche) et du livre des milieux naturels de Suisse (droite) pour une Pessière

La saulaie buissonnante alluviale (figure 20) est un milieu alcalin humide et présent jusqu'à environ 1500 m. C'est un milieu rare et inscrit à l'OPN qui subsiste en général sous forme fragmentaire (Delarze & Gonseth, 2008). Les points de la carte statistique sont tellement éparpillés qu'il n'est quasiment pas possible de les voir à l'œil nu, même sur une zone représentée en détail les points sont fortement disparates. Cela nous confirme donc que les exigences de ce milieu sont pointues. La carte de droite est trop grossière et prend en compte des zones trop importantes pour un milieu aussi complexe. On peut se demander si la carte de gauche n'est pas trop restrictive, seule une analyse plus poussée et des visites sur le terrain pourraient répondre à cette question.

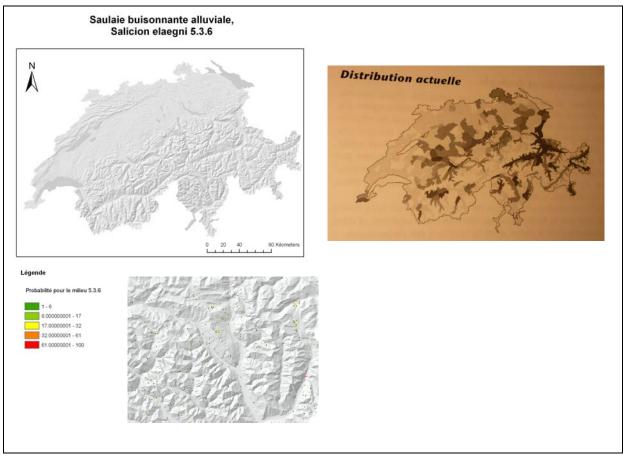


Figure 20 : Comparaison entre la carte issue de la méthode statistique (gauche) et du livre des milieux naturels de Suisse (droite) pour une Saulaie buissonnante alluviale

Il est ressorti de l'analyse :

- La cartographie par statistique est plus précise (zones mieux délimitées) par le fait qu'elle prend en considération de multiples variables, ce qui n'est pas le cas des cartes de gauche qui sont basées uniquement sur les données Welten et Sutter
- une cartographie générale de tous les milieux est indispensable avant de pouvoir aller vérifier sur le terrain leurs exactitudes.

 En effet, pour le moment les cartes sont indépendantes les unes des autres, on peut donc se retrouver avec plusieurs milieux pour un même pixel. L'étape suivante consisterait à calculer pour un pixel le milieu ayant la plus forte probabilité. On

pourrait ainsi obtenir une carte générale de tous les milieux naturels de Suisse.

6. Conclusion

Pour conclure on peut affirmer que cette méthode semble affiner la répartition des milieux naturels en comparaison à la méthode utilisée dans le guide des milieux naturels de Suisse. Il est cependant important de vérifier sur le terrain et par des analyses poussées, afin de pouvoir adapter, affiner cette méthode selon d'autres critères. Il serait peut-être envisageable de prendre en compte les relevés faunistiques (espèces caractéristiques pour le milieu), la liste rouge des plantes, d'autres variables environnementales, d'autres données provenant de relevés (les PPS (prairies et pâturages secs)), de suivis, ou encore pondérer certaines variables plus importantes etc. Ces différentes mesures permettraient peut-être d'affiner encore les résultats pour se rapprocher au plus près de la réalité

Une cartographie générale des milieux naturels pour toute la Suisse semble être une étape indispensable avant de pouvoir affiner la méthode.

7. Références

Delarze R et Gonseth Y., 2008. Guides des milieux naturels de Suisse. Rossolis, Bussigny. 424 p.

Fivaz F., 2010. Cartographie statistiques des milieux naturels de Suisse, Aspects techniques. Document interne, CSCF., 7 p.

http://docs.python.org/modindex.html

http://www.python.org/

http://www.inforef.be/swi/python.htm

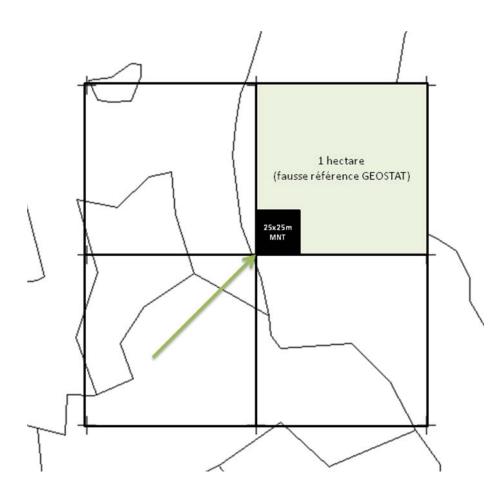
http://www.dsimb.inserm.fr/~fuchs/python/

 $\frac{http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/body.cfm?tocVisable=1\&ID=5037\&TopicName=Single%20Output%20Map%20Algebra$

8. Annexe

Annexe 1 : Explication point d'intersection, système GEOSTAT

Pour chaque variable, les valeurs sont extraites aux points d'intersection des hectares de Suisse, en conformité avec le système GEOSTAT, selon la figure ci-dessous. Le système GEOSTAT est souvent utilisé abusivement dans sa forme raster. L'information contenue décrit en effet ce qui se trouve précisément en bas à gauche du pixel et non l'ensemble de l'hectare considéré. Pour notre analyse, nous allons, dans la mesure du possible appliquer le même schéma. Pour les informations GEOSTAT, l'information du pixel sera reprise telle quelle puisqu'elle décrit précisément ce que nous voulons. En ce qui concerne les informations dérivées du modèle numérique de terrain (MNT), nous utiliserons sa version 25 mètres (MNT25) et prendrons le pixel qui se situe en bas à gauche de l'hectare considéré. Pour les informations vectorielles (VECTEUR25), nous utiliserons la « surface primaire » qui se trouve précisément sous l'intersection de la grille hectare.



Annexe 2: Reclassification des variables environnementales

	200-500	1
	500-750	2
	750-1000	3
	1000-1250	4
	1250-1500	5
m)	1500-1750	6
) apr	1750-2000	7
Altitude (m)	2000-2250	8
	2250-2500	9
	2500-2750	10
	2750-3000	11
	>3000	12
	0-5°	1
(5-15	2
Slope (°)	15-25	3
S	25-45°	4
	>45°	5

	GEOL 1 lac	1
	GEOL 2 glacier	2
	GEOL 3+4 dépôts limoneux	3
	GEOL 5 dépôts quaternaires	4
	GEOL 6 alluvions	5
	GEOL 7 éboulis	6
gie	GEOL 8-9,12-14 marnes	7
Géologie	GEOL 10-11, 15, 16 grès et schistes sans calcaire	8
	GEOL 17,18,21 schistes marneux calcaires	9
	GEOL 19,20 calcaires massifs	10
	GEOL 22 dolomie, gypse	11
	GEOL 23-29 roche crstalline	12
	GEOL 30 serpentine	13
SI	pluviométrie<800mm	1
Précipitations	pluviométrie 800-1000 mm	2
Précip	pluviométrie 1000-1500 mm	3
	pluviométrie>1500 mm	4

	Z_BaumS (Pépinière)	1
	Z_Fels (Rocher)	2
	Z_fluss(Rivière)	3
	Z_GerGeb (Pierre avec buissons)	4
	Z_Geroel (Pierrier)	5
	Z_GerWa (Pierrier en forêt)	6
25		
V25	Z_GerWaO (Pierrier en forêt clairsemée)	7
	Z_Glet (Glacier)	8
	Z_GsPist (Piste sur herbe)	9
	Z_HaPist (Piste sur revêtement dur)	10
	Z_KiGrub (Gravière)	11
	Z_LeGrub (Glaisière)	12
	Z_ObstAn (Verger)	13
	Z_Reben (Vigne)	14

	Z_See (Lac)	15
	Z_Siedl (Zone d'habitations)	16
	Z_SteBru (Carrière)	17
	Z_SumGeb (Marais et buissons)	18
	Z_Sumpf (Marais)	19
V25	Z_SumWa (Marais en forêt)	20
>		
	Z_SumWao (Marais en forêt clairsemée)	21
	Z_Uebrig (Autre type de sol)	22
	Z_Wald (Forêt)	23
	Z_WaldOf (Forêt clairsemée)	24
	Z_Gergle (Pierrier sur glacier)	25
	Z_Gebue (Buissons)	26

[•] Z_Stauda (digue de retenue) et Z_Stauma (barrage) on été mis à 0 avec les points hors de la suisse

	1 bâtiments industriels et artisanaux	1
	2 terrains attenants à ZI	2
	3 maisons individuelles	3
	4 terrains attenants à maison individuelles	4
	5 maisons alignées	5
	6 terrains attenants maisons alignées	6
	7 immeubles résidentiels	7
	8 terrains attenants immeubles résidentiels	8
	11 bâtiments agricoles	11
	12 terrains attenants bât agricoles	12
	13 bâtiments non det	13
	14 terrains attenants bât non det	14
	15 autoroutes	15
	16 bordures d'autoroutes	16
	17 routes	17
n)	18 bordures de routes	18
Landuse		
Lar	19 aires de stationnement	19
	20 aires ferroviaires stabilisées	20
	21 bordures de voies ferrées,	21
	22 aérodromes (en dur)	22
	23 aérodromes (gazon)	23
	24 installations d'approvisionnement en énergie	24
	25 STEP	25
	26 autres installations	26
	27 décharges	27
	28 extraction de matériaux	28
	29 chantiers	29
	31 parcs publics	31
	32 installations de sport	32
	33 terrains de golf	33
	34terrains de camping	34
	35 jardins familiaux	35
	36 cimetières	36
	37 plantations fruitières	37

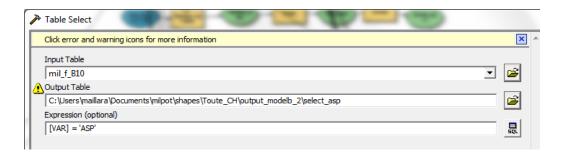
	38 vergers de plein champ	38
	39 vignobles	39
	41 terres arables	41
	42 prairies naturelles	42
	43 pâturages	43
	44 prés et pâturages embroussaillés	44
	45 alpages fauchés	45
	46 alpages favorables	46
	47 alpages embroussaillés	47
	48 alpages rocailleux	48
	49 alpes à moutons	49
	50 forêts normales	50
	51 cordons forestiers	51
	54 chablis	54
	55 forêt clairsemée sur terres agricoles	55
Lalluuse	56 forêt clairsemée sur terrain improductif	56
Lall		
	57 forêt buissonnante	57
	58 bosquets, haies	58
	59 groupes d'arbres sur terre agricole	59
	61 lacs	61
	62 cours d'eau	62
	63 ouvrages de protection contre les crues	63
	64 arbustes, broussailles	64
	65 végétation herbacée improductive	65
	66 ouvrages contre chutes de pierres	66
	67 zones humides	67
	69 rochers, éboulis, sable	69
	72 glaciers, névés	72
	19 espaces boisés restants	73
	09 Aires afforestées	74
	20 Ruines	75

	plat	1
ASP (orientation)	N: 315°-45°	2
orient	E:45°-135°	3
ASP (S:135°-225°	4
,	O:225°-315°	5

THERMI	1>3000	1
	1-2750-3000	2
	1-2500-2750	3
	1-2250-2500	4
	1-2000-2250	5
	1<2000	6
	2	7
	3	8
	4	9
	5	10
	6	11
	7	12
	8	13
	9	14
	10	15
	11	16
	12	17
	13	18
	14	19
	15	20
	16	21
	17	22
	18	23
	19	24
	20	25

Annexe 3: Détail du model builder

Table Select

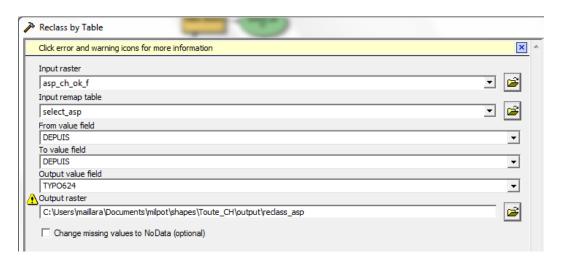


Créer un paramètre



Click sur *reclass* by table, click droite, *make variable*, *from parameter* et choisir *output value field*. Définir un paramètre pour la typologie permet de le choisir qu'une seule fois pour tout le processus. On le choisit en tapant la typologie que l'on veut.

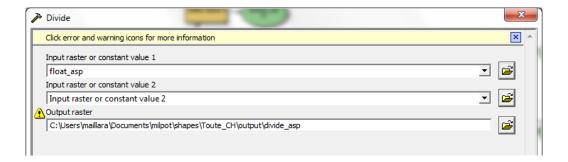
Reclass by Table



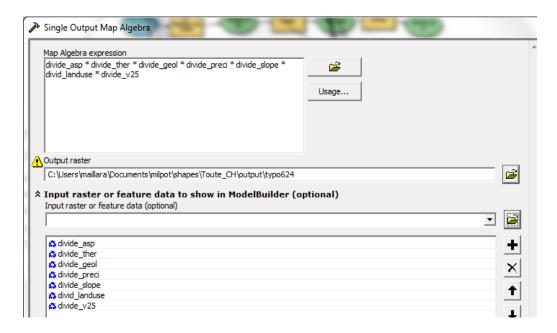
Float



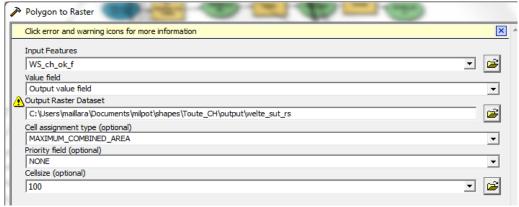
Divide

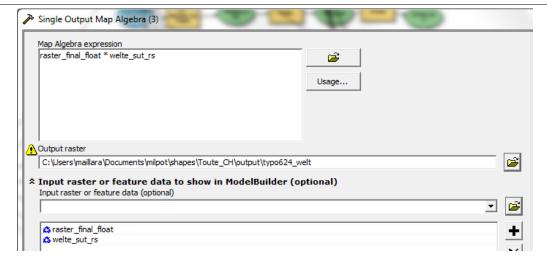


Single output Map Algebra

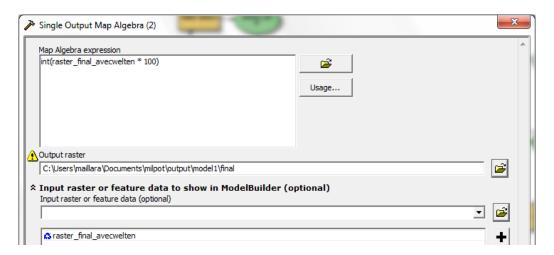


Polygone to raster





Single Output Map Algebra



Annexe 4: Script python

```
## Mettre des petit calculs intermédiaires qui s'inscrivent permet de constater où étaient situés les
différents problèmes.
x = 1
print x + x
# Import system modules
import sys, string, os, arcgisscripting
# Create the Geoprocessor object
gp = arcgisscripting.create()
# Permet d'écraser la version précédente
gp.overwriteoutput = 1
# Check out any necessary licenses
gp.CheckOutExtension("3D")
gp.CheckOutExtension("spatial")
# Load required toolboxes...
gp.AddToolbox("C:/Program Files (x86)/ArcGIS/ArcToolbox/Toolboxes/Spatial Analyst Tools.tbx")
gp.AddToolbox("C:/Program Files (x86)/ArcGIS/ArcToolbox/Toolboxes/3D Analyst Tools.tbx")
gp.AddToolbox("C:/Program Files (x86)/ArcGIS/ArcToolbox/Toolboxes/Analysis Tools.tbx")
gp.AddToolbox("C:/Program Files (x86)/ArcGIS/ArcToolbox/Toolboxes/Conversion Tools.tbx")
# Configuration de l'environnement de travail afin d'éviter un décalement des cartes sortantes
gp.extent = "480000 74000 847600 302100"
gp.cellSize = "100"
print x + x + x
```

Création de la liste de tous les milieux qui servira pour faire la boucle avec for, in : ensuite le reste du script doit être indenté

```
Output_value_field_list = ["TYPO110", "TYPO1101", "TYPO1102", "TYPO111", "TYPO112", "TYPO113", "TYPO114", "TYPO121", "TYPO122", "TYPO123", "TYPO123", "TYPO124", "TYPO125", "TYPO130", "TYPO131", "TYPO132", "TYPO133", "TYPO211", "TYPO2121", "TYPO222", "TYPO222", "TYPO232", "TYPO224", "TYPO225", "TYPO231", "TYPO232", "TYPO2321", "TYPO3312", "TYPO3312", "TYPO3312", "TYPO3312", "TYPO3314", "TYPO3315", "TYPO3312", "TYPO3322", "TYPO3421", "TYPO3421", "TYPO411", "TYPO412", "TYPO412", "TYPO413", "TYPO414", "TYPO421", "TYPO422", "TYPO422", "TYPO423", "TYPO424", "TYPO466", "TYPO466", "TYPO466", "TYPO466", "TYPO465", "TYPO552", "TYPO552", "TYPO552", "TYPO552", "TYPO532", "TYPO532", "TYPO532", "TYPO538", "TYPO539", "TYPO539", "TYPO531", "TYPO5301", "TYPO432", "TYPO435", "TYPO435", "TYPO536", "TYPO536", "TYPO536", "TYPO536", "TYPO536", "TYPO544", "TYPO546", "TYPO546", "TYPO646", "TYPO646", "TYPO656", "TYPO636", "TYPO636", "TYPO636", "TYPO636", "TYPO636", "TYPO636", "TYPO646", "TYPO646", "TYPO646", "TYPO646", "TYPO646", "TYPO656", "TYPO666", "TY
```

for Output_value_field in Output_value_field_list:

on remarque l'indentation vers la droite pour le reste du script print x + 3

Local variables, chemin d'accès des données utilisées et des futurs fichiers créés.

```
outp_py_f\\select_asp"
  select_ther = "C:\\Users\\maillara\\Documents\\milpot\\shapes\\Toute_CH\\
outp_py_f\\select_ther"
  select_geol = "C:\\Users\\maillara\\Documents\\milpot\\shapes\\Toute_CH\\
outp_py_f\\select_geol"
  select preci = "C:\\Users\\maillara\\Documents\\milpot\\shapes\\Toute CH\\
outp py f\\select preci"
  select\_slope = "C:\\\model{locuments}\ \milpot\\shapes\\Toute_CH\\
outp_py_f\\select_slope"
  select landuse = "C:\\Users\\maillara\\Documents\\milpot\\shapes\\Toute CH\\
outp_py_f\\select_landuse"
  select_v25 = "C:\\\model{locuments}\ \milpot\\shapes\\Toute_CH\\
outp_py_f\\select_v25"
  reclass asp = "C:\\Users\\maillara\\Documents\\milpot\\shapes\\Toute CH\\
outp py f\\reclass asp"
  reclass\_ther = "C:\\mbox{\model} \ \maillara \\ Documents \\ milpot \\ shapes \\ Toute\_CH \\
outp_py_f\\reclass_ther"
  reclass_geol = "C:\\Users\\maillara\\Documents\\milpot\\shapes\\Toute_CH\\
outp_py_f\\reclass_geol"
  reclass_preci = "C:\\Users\\maillara\\Documents\\milpot\\shapes\\Toute_CH\\
outp_py_f\\reclass_preci"
 reclass slop = "C:\ \maillara\\Documents\\milpot\\shapes\\Toute CH\\
outp_py_f\\reclass_slop"
  reclass_landu = "C:\\Users\\maillara\\Documents\\milpot\\shapes\\Toute_CH\\
outp_py_f\\reclass landu"
  v25 = C.\setminus Users\setminus \Delta\setminus CH\setminus Shapes\setminus CH\setminus Shapes\setminus CH\setminus CH\setminus Shapes\setminus CH\setminus CH\setminus Shapes
outp_py_f\\reclass_v25"
# le + output_value_field permet de mettre à la fin le numéro de typo que le script est en train
d'effectuer.
  raster final float = "C:\\Users\\maillara\\Documents\\milpot\\shapes\\Toute CH\\
outp_py_f\\" + Output_value_field
  raster_final_avecwelten =
"C:\\Users\\maillara\\Documents\\milpot\\shapes\\Toute CH\\ outp py f\\"+
Output_value_field + "w"
  outp_py_f\\divide asp"
  divide_preci = "C:\\Users\\maillara\\Documents\\milpot\\shapes\\Toute_CH\\
outp_py_f\\divide_preci"
  divide_slope = "C:\\Users\\maillara\\Documents\\milpot\\shapes\\Toute_CH\\
outp_py_f\\divide_slope"
```

```
divide ther = "C:\\Users\\maillara\\Documents\\milpot\\shapes\\Toute CH\\
            outp_py_f \setminus divide_ther"
                divide geol = "C:\\Users\\maillara\\Documents\\milpot\\shapes\\Toute CH\\
            outp_py_f\\divide_geol"
                divid landuse = "C:\\Users\\maillara\\Documents\\milpot\\shapes\\Toute CH\\
            outp py f\\divid landuse"
                divide_v25 = "C:\\Users\\maillara\\Documents\\milpot\\shapes\\Toute_CH\\
            outp py f\\divide v25"
                float_asp = "C:\Users\maillara\Documents\milpot\shapes\Toute\_CH\
            outp_py_f\\float_asp"
               float ther = "C:\\Users\\maillara\\Documents\\milpot\\shapes\\Toute CH\\
            outp_py_f\\float_alti"
                float\_geol = "C:\\\label{locuments} \label{locuments} \label{locuments} Index \label{locuments} Toute\_CH \
            outp_py_f\\float_geol"
                flaot_preci = "C:\\Users\\maillara\\Documents\\milpot\\shapes\\Toute_CH\\
            outp_py_f\\flaot_preci"
                outp_py_f\\float_slope"
                float landuse = "C:\\Users\\maillara\\Documents\\milpot\\shapes\\Toute CH\\
            outp_py_f\\float_landuse"
                  float v25 = "C: \Users \maillara \Documents \milpot \shapes \Toute CH \
            outp_py_f \\float_v25"
## défini par combien les rasters vont être divisé, ici 10 car cela va permettre de retrouver les valeurs
0.1; 0.4; 1 et 0 qui ont été choisies
               Input_raster_or_constant_value_2 = "10"
                outp_py_f\\final" + Output_value_field
                WS_rs = "C: \Users \maillara \Documents \milpot \shapes \Toute\_CH \
            outp py f\\WS rs"
                asp ch ok f =
            ther ch ok f =
            "C:\\Users\\maillara\\Documents\\milpot\\shapes\\Toute CH\\ther ch ok f"
                geol ch ok f =
            "C:\\with the content of the cont
                pyear_CH_ok_f =
            "C:\\Users\\maillara\\Documents\\milpot\\shapes\\Toute_CH\\pyear_CH_ok_f"
                pyear CH ok f =
            "C:\\Users\\maillara\\Documents\\milpot\\shapes\\Toute CH\\pyear CH ok f"
                slope ch ok f =
            landu ch ok f =
            "C:\\Users\\maillara\\Documents\\milpot\\shapes\\Toute CH\\landu ch ok f"
                V25 ch ok f =
            "C:\\Users\\maillara\\Documents\\milpot\\shapes\\Toute_CH\\V25_ch_ok_f"
                WS ch ok f =
            "C:\\Users\\maillara\\Documents\\milpot\\shapes\\Toute CH\\WS ch ok f.shp"
```

```
print x + 100
# Processus pour la variable ASP (orientation)
          # Process: Table Select...
          gp.TableSelect analysis(mil f B10, select asp, "[VAR] = 'ASP"")
          a = gp.TableSelect_analysis(mil_f_B10, select_asp, "[VAR] = 'ASP"")
          print x + 101
          # Process: Reclass by Table...
          gp.ReclassByTable_3d(asp_ch_ok_f, select_asp, "DEPUIS", "DEPUIS", Output_value_field,
        reclass_asp, "DATA")
          c = gp.ReclassByTable_3d(asp_ch_ok_f, select_asp, "DEPUIS", "DEPUIS",
        Output_value_field, reclass_asp, "DATA")
          print x + 102
          # Process: Float...
          gp.Float_3d(reclass_asp, float_asp)
          b = gp.Float_3d(reclass_asp, float_asp)
          print x + 103
          # Process: Divide...
          gp.Divide_3d(float_asp, Input_raster_or_constant_value_2, divide_asp)
          print x + 104
# Processus pour la variable THERMIQUE
          # Process: Table Select (2)...
          gp.TableSelect_analysis(mil_f_B10, select_ther, "[VAR] = 'THERMI'")
          print x + 105
          # Process: Reclass by Table (8)...
          gp.ReclassByTable_3d(alt_ch_ok_f_2_, select_ther, "DEPUIS", "DEPUIS",
        Output_value_field, reclass_ther, "DATA")
          print x + 106
          # Process: Float (2)...
          gp.Float_sa(reclass_ther, float_ther)
          print x + 107
          # Process: Divide (2)...
          gp.Divide_3d(float_ther, Input_raster_or_constant_value_2, divide_ther)
          print x + 108
# Processus pour la variable GEOLOGIE
          # Process: Table Select (3)...
          gp.TableSelect_analysis(mil_f_B10, select_geol, "[VAR] = 'GEOL"")
          print x + 109
```

```
######## Process: Reclass by Table (2)...
          gp.ReclassByTable_3d(geol_ch_ok_f, select_geol, "DEPUIS", "DEPUIS", Output_value_field,
       reclass_geol, "DATA")
          print x + 110
          # Process: Float (3)...
          gp.Float_sa(reclass_geol, float_geol)
          print x + 111
          # Process: Divide (3)...
          gp.Divide 3d(float geol, Input raster or constant value 2, divide geol)
          print x + 112
# Processus pour la variable PRECIPITATIONS
          # Process: Table Select (4)...
          gp.TableSelect_analysis(mil_f_B10, select_preci, "[VAR] = 'PRECI"")
          print x + 113
          # ########Process: Reclass by Table (3)...
          gp.ReclassByTable_3d(pyear_CH_ok_f, select_preci, "DEPUIS", "DEPUIS",
        Output_value_field, reclass_preci, "DATA")
          print x + 114
          # Process: Float (4)...
          gp.Float_sa(reclass_preci, flaot_preci)
          print x + 115
          # Process: Divide (4)...
          gp.Divide_3d(flaot_preci, Input_raster_or_constant_value_2, divide_preci)
          print x + 116
# Processus pour la variable SLOPE (pente)
          # Process: Table Select (5)...
          gp.TableSelect_analysis(mil_f_B10, select_slope, "[VAR] = 'SLO'")
          print x + 117
          ###### Process: Reclass by Table (4)...
          gp.ReclassByTable_3d(slope_ch_ok_f, select_slope, "DEPUIS", "DEPUIS",
        Output_value_field, reclass_slop, "DATA")
          print x + 118
          # Process: Float (5)...
          gp.Float_sa(reclass_slop, float_slope)
          print x + 119
          # Process: Divide (5)...
          gp.Divide_3d(float_slope, Input_raster_or_constant_value_2, divide_slope)
```

print x + 120

```
# Processus pour la variable LANDUSE
          # Process: Table Select (6)...
         gp.TableSelect_analysis(mil_f_B10, select_landuse, "[VAR] = 'LANDUSE'")
          print x + 121
          ###### Process: Reclass by Table (5)...
          gp.ReclassByTable_3d(landu_ch_ok_f, select_landuse, "DEPUIS", "DEPUIS",
       Output_value_field, reclass_landu, "DATA")
          print x + 122
          # Process: Float (6)...
          gp.Float_3d(reclass_landu, float_landuse)
          print x + 123
          # Process: Divide (6)...
          gp.Divide_3d(float_landuse, Input_raster_or_constant_value_2, divid_landuse)
          print x + 124
# Processus pour la variable VECTEUR25
          # Process: Table Select (7)...
         gp.TableSelect_analysis(mil_f_B10, select_v25, "[VAR] = 'V25"")
          print x + 125
          ####### Process: Reclass by Table (6)...
          gp.ReclassByTable_3d(V25_ch_ok_f, select_v25, "DEPUIS", "DEPUIS", Output_value_field,
       reclass_v25, "DATA")
          print x + 126
          # Process: Float (7)...
          gp.Float_3d(reclass_v25, float_v25)
          print x + 127
          # Process: Divide (7)...
          gp.Divide_3d(float_v25, Input_raster_or_constant_value_2, divide_v25)
          print x + 128
       gp. Single Output Map Algebra\_sa ("C:\<list-item>\warmaillara\\Documents\\milpot\\shapes\\To
       ute_CH\\ outp_py_f\\divide_ther *
       C:\Users\\model{locuments}\\model{locuments}\ Toute_CH\\
       outp_py_f\\divide_asp *
       C:\<text> \\ \maillara \\ \Documents \\ \milpot \\ \shapes \\ \Toute_CH\\\\
       outp_py_f\\divide_geol*
       C:\\Users\\maillara\\Documents\\milpot\\shapes\\Toute_CH\\
       outp_py_f\\divide_preci*
       C:\\Users\\maillara\\Documents\\milpot\\shapes\\Toute_CH\\
       outp_py_f\\divide_slope *
```

```
outp_py_f\\divid_landuse *
outp_py_f\\divide_v25", raster_final_float)
 print x + 129
 # Process: Polygon to Raster...
 gp.PolygonToRaster_conversion(WS_ch_ok_f, Output_value_field, WS_rs,
"MAXIMUM_COMBINED_AREA", "NONE", "100")
 print x + 130
 # Process: Single Output Map Algebra (3)...
 strExpr = "C:\\Users\\maillara\\Documents\\milpot\\shapes\\Toute_CH\\
outp_py_f\\" + Output_value_field + " *
gp.SingleOutputMapAlgebra_sa(strExpr, raster_final_avecwelten)
 print x + 131
 # Process: Single Output Map Algebra (2)...
 strExpr = "int(C:\Users\\maillara\\Documents\\milpot\\shapes\\Toute\_CH\\
outp\_py\_f \setminus " + Output\_value\_field + "w * 100)"
gp.SingleOutputMapAlgebra_sa(strExpr, final)
```

Le script va ainsi répéter pour les 170 milieux écologiques différents avant de s'arrêter