

## 2. Méthodologie

### 2.1. Démarches et étapes

Pour la construction de l'observatoire économique et touristique local, j'ai adopté une démarche en plusieurs étapes.

La première étape a débuté par l'identification et la récupération des données nécessaires à l'élaboration de l'observatoire économique et touristique local pour la région Pays du St-Bernard. Pour déterminer le type de données à intégrer au nouvel outil, j'ai consulté plusieurs observatoires touristiques et économiques existants (par exemple : Observatoire Région du Mont-Blanc)<sup>1</sup>, afin de dresser une liste exhaustive des données stratégiques. Assimilable à du benchmarking, la consultation des différents observatoires touristiques et/ou économiques locaux participe au développement d'un outil performant, proposant des fonctions « inédites » pour se différencier de l'existant. Afin de répondre aux besoins spécifiques de la destination « Pays du St-Bernard », j'ai complété la liste des données nécessaires lors des différentes discussions avec Monsieur Tornay, directeur de la destination « Pays du St-Bernard ».

La seconde étape, le cœur de l'observatoire économique et touristique local a consisté à traiter les données obtenues pour une utilisation ultérieure dans la base de données et le guichet cartographique. Cette étape comprend également la conceptualisation (diagramme UML) de la base de données en fonction des informations à disposition et des tables d'attributs des éléments cartographiés. Toutes les données obtenues sont intégrées à la base de données « Access » pour une utilisation ultérieure (SQL Server). Les données géoréférencées (X-Y) sont ensuite traitées dans le logiciel ArcGIS pour un affichage ultérieur adapté dans le guichet cartographique. Le traitement comprend notamment la symbologie et la modification du système de coordonnées géographiques.

La troisième étape s'est traduite par la réalisation d'un guichet cartographique fonctionnel comprenant l'ensemble des données identifiées. La construction du portail s'est basée sur un script html/css/javascript existant, adapté pour répondre aux spécificités du guichet cartographique de l'observatoire touristique et local. Les modifications ont concerné les données identitaires (logos, titres, nom, ...) , le nettoyage du script et l'ajout de la fonction *mailto* dans l'aide du guichet cartographique.

### 2.2. Calendrier – Déroulement chronologique du stage

Le déroulement temporel du stage est présenté succinctement sous la forme d'un tableau chronologique. Pour rappel, le stage s'est déroulé sur cinq mois avec un taux de travail de 30%.

Calendrier	Démarches / Description
Mars 2014	<ul style="list-style-type: none"><li>• Détermination définitive du périmètre d'étude.</li><li>• Prise de contact avec Monsieur Tornay, directeur de la destination « Pays du St-Bernard »</li><li>• Identification des données nécessaires (CC-GEO, Canton du Valais)</li><li>• Préparation de la trame du travail</li></ul>
Avril-Mai 2014	<ul style="list-style-type: none"><li>• Réception des données du CC-GEO</li><li>• Réception des données touristiques (Pays du St-Bernard)</li><li>• Réception des données « Routes Valais » (Comptages routiers, nombre de passages « Tunnel du St-Bernard »)</li><li>• Réception des données « Remontées mécaniques »</li></ul>

<sup>1</sup> <http://pit.espace-mont-blanc.com/embp/index.cfm/observatoire-du-mont-blanc.html>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Traitement des données avec le logiciel ArcGIS, création des différentes classes d'entité</li> </ul>
Juin-Juillet 2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Création de la base de données Access / SQL Server</li> <li>• Mise en place du guichet cartographique (HTML, CSS, Javascript)</li> <li>• Requêtes auprès de différents acteurs de la région pour obtenir des données complémentaires (remontées mécaniques, ...)</li> <li>• Discussion avec M. Tornay pour adapter le guichet cartographique</li> <li>• Finalisation du rapport</li> </ul>

### 2.3. Ressources informatiques

Pour la réalisation des différentes tâches durant le stage, j'ai travaillé sur mon ordinateur portable (13.3 pouces), relié à un écran externe (22 pouces). Les principales caractéristiques techniques et logiciels sont présentées ci-dessous.

Hardware	Software
Processeur : Intel Core i7 – 3520M	Windows 7 Pro (64 Bits)
Mémoire vive : 12 GB	ArcGIS 10.0 / 10.2 ( <i>licence UNIGE</i> )
Graphique: Intel HD4000/Nvidia Geforce GT640M LE	Office 2013 ( <i>Word, Excel, Power Point, Outlook, Access</i> ), <i>Project, Visual Studio, SQL Server Express 2014</i> )
Résolution : 1600 x 900	Adobe Creative Suite CS6 ( <i>Photoshop, Illustrator, InDesign, Acrobat</i> )

## 3. Description des données

### 3.1. Analyse des données et des besoins

Lors de la phase préliminaire, j'ai réalisé un tableau Excel contenant la liste de toutes les informations utiles à la création et la mise en place de l'observatoire économique et touristique local. Pour compléter la liste des données, j'ai consulté plusieurs sites existants, dont notamment l'observatoire du tourisme pour la région Savoie Mont-Blanc<sup>2</sup> ou les bases de données touristiques du Tyrol (Autriche)<sup>3</sup>.

Les données recherchées sont classées sous plusieurs thématiques, à savoir : *Territoire, Infrastructures touristiques, Infrastructures culturelles, Hébergement, Mobilité et Economie/Service de base.*

La liste des données et indicateurs est discutée et validée lors du premier entretien avec Monsieur Tornay, sous réserve d'avoir accès à l'ensemble des données sélectionnées.

### 3.2. Recherche et récupération des données

En m'appuyant sur la liste discutée et validée avec Monsieur Tornay, j'ai consulté l'inventaire des données cartographiques disponibles pour le canton du Valais. J'ai ensuite passé commande desdites données auprès du Service des registres fonciers et de la géomatique. Les données me sont transmises par mail sous la forme de fichier shapefile et de fichiers .lyr (symbolologie).

Voici ci-dessous la liste, sous la forme d'un tableau, des différentes données et informations commandées auprès du bureau CC GEO, du service des registres fonciers et de la géomatique (SRFG).

Nom	Etendue géographique	Type / Forme	Source	Utilisation
Inventaire fédéral des sites marécageux	Valais	Vectorel / Polygone	OFEV	Oui
Inventaire fédéral des sites de reproduction des batraciens	Valais	Vectorel / Polygone	OFEV/SFP	Non
Inventaire fédéral des zones alluviales d'importance nationale	Valais	Vectorel / Polygone	OFEV	Oui
Inventaire valaisan des cours d'eau	Valais	Vectorel / Polygone	CC GEO	Oui
Vector25, Lev.2, réseau hydrographique	Valais	Vectorel / Polygone	Swisstopo	Oui
Cabane de montagne	Valais	Vectorel / Point	SDT	Non
Camping	Valais	Vectorel / Point	SDT	Non
Bisses	Valais	Vectorel / Polygone	SDT	Oui
Plans d'affectation de zones homologuées 2 (affectation)	Valais	Vectorel / Polygone	SDT	Oui
Inventaire des voies historiques de Suisse	Valais	Vectorel / Polygone	SFP	Oui/Non
Zone de tranquillité de la faune	Valais	Vectorel / Polygone	SCPF	Oui
swissTLM3D, Tracés des chemins de fer à voie normale et à voie métrique	Valais	Vectorel / Polygone	Swisstopo	Non
Vector200, Chemin de fer, transport par câble (ligne)	Valais	Vectorel / Polygone	Swisstopo	Oui

<sup>2</sup> <http://pro.savoie-mont-blanc.com/Observatoire>

<sup>3</sup> <https://www.tirol.gv.at/arbeitswirtschaft/eap/register-eap/>

swissTLM3D, Réseau de routes et chemins, chemins pédestres et pistes cyclables	Valais	Vectorel / Polyligne	Swisstopo	Oui
SwissTLM3D, Point d'arrêt des transports publics (chemin de fer)	Valais	Vectorel / Point	Swisstopo	Oui
swissTLM3D, Barrages et les petits bassins de retenue artificiels	Valais	Vectorel / Polyligne	Swisstopo	Oui
SwissTLM3D, Couverture du sol (Rocher, Forêt, Surface des cours d'eau, etc)	Valais	Vectorel / Polygone	Swisstopo	Oui
Carte 1'25'000 avec relief	Valais	Raster	Swisstopo	Oui
Vector25, Lev. 2, Réseau routier	Valais	Vectorel / Polyligne	Swisstopo	Non
Recensement de la population 2011	Valais	Vectorel / Point	OFS	Oui
Chemin pédestre	Valais	Vectorel / Polyligne	SDT	Oui
Itinéraire cyclable cantonal	Valais	Vectorel / Polyligne	SDT	Non
Inventaire des plans d'eau	Valais	Vectorel / Polygone	SPE	Oui
Vector200, Limites administratives	Valais	Vectorel / Polyligne	Swisstopo	Oui
Orthophotos	Entremont/Bagnes	Raster	Swisstopo	Oui

Pour les informations et données concernant les classes d'entité personnelles à créer, j'ai recherché l'information sur Internet et si les données n'étaient pas disponibles en ligne, j'ai contacté la/les personne(s) responsable(s). En détail :

Thématique	Type de données	Source
Tourisme	Nombre de nuitées, listes des hébergements, inventaire des infrastructures sportives, listes des services de bases et culturels.	Office du Tourisme « Pays du St-Bernard »
Transport / Mobilité	Liste des arrêts de bus TMR/Car Postal, comptages routiers, données de passages	TMR (Transport Martigny et Région) Car Postal Valais SISEX (Société d'exploitation du tunnel du St-Bernard)
Remontées mécaniques	Année de construction, débit, échéance de la concession, ...	Office fédéral des Transports, Organe de contrôle CITT (Meiringen), Section des transports (Etat du Valais)
Démographie	Nombre d'habitants, Pyramide des âges	Communes, Annuaire « Valais en chiffre »
Activités Hiver/Ete	Randonnées thématiques, VTT, ski de fond, raquette à neige, etc	Office du Tourisme « Pays du St-Bernard » - Site Internet et plan des pistes

## 4. Préparation / Traitement des données

### 4.1. Traitement des données / Canton du Valais (CC-GEO)

Après réception des données géographiques du canton du Valais, j'ai importé l'ensemble des fichiers shapefile dans ArcMap.

Lors de l'importation, j'ai vérifié le système de référence utilisé pour chaque shapefile. Si besoin, j'ai modifié le système de référence en utilisant la fonction *Project* de la Toolbox (*Data Management Tool, Projections and Transformations, Feature, Project*).

Dans le cadre de ce projet sur le « Pays du St-Bernard », j'ai utilisé le système de référence CH1903.

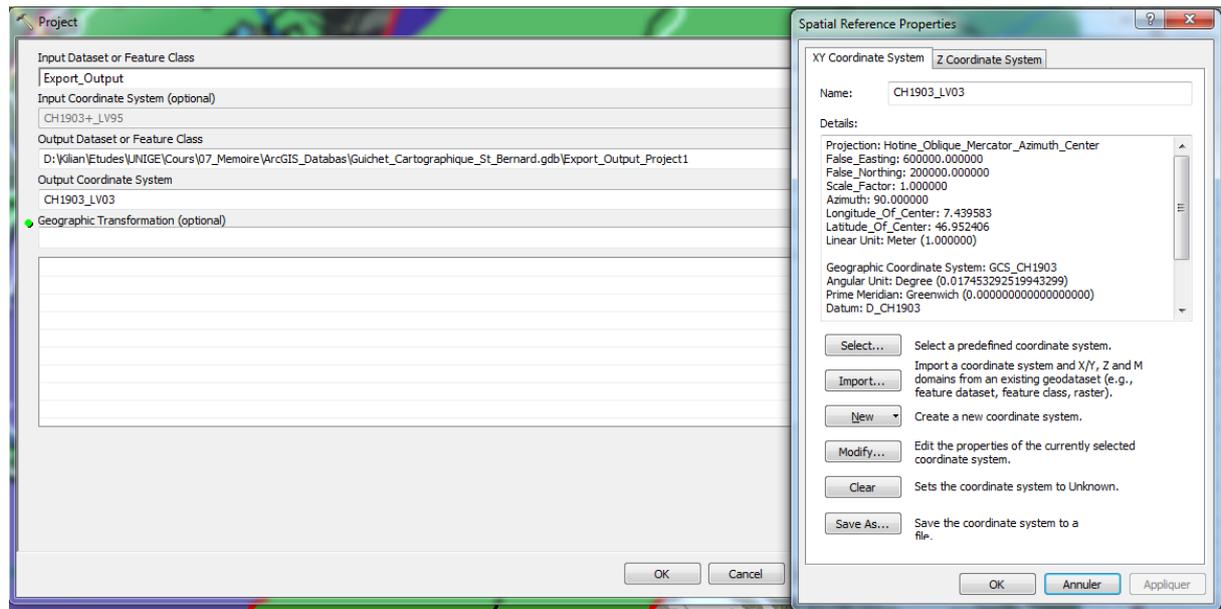


Figure 3: Transformation du système de référence

Pour les données Raster, à savoir la carte topographique, j'ai premièrement regroupé les différentes images, au format tiff, regroupant le territoire étudié avec la fonction *Create Raster Dataset* et *Mosaic*.

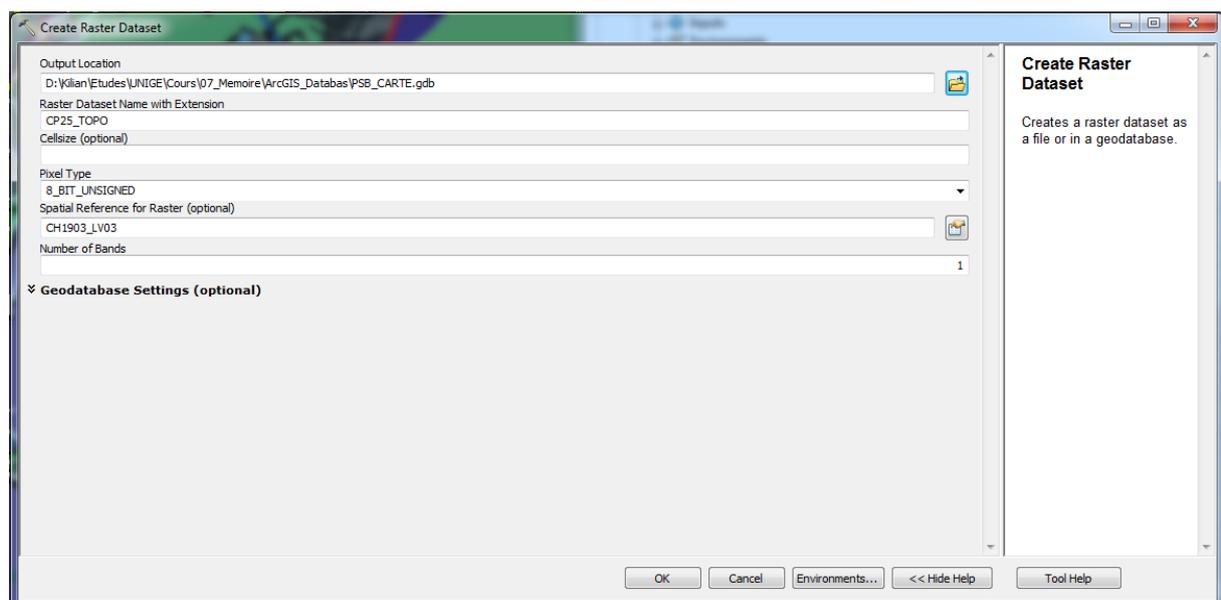


Figure 4: Create Raster Dataset

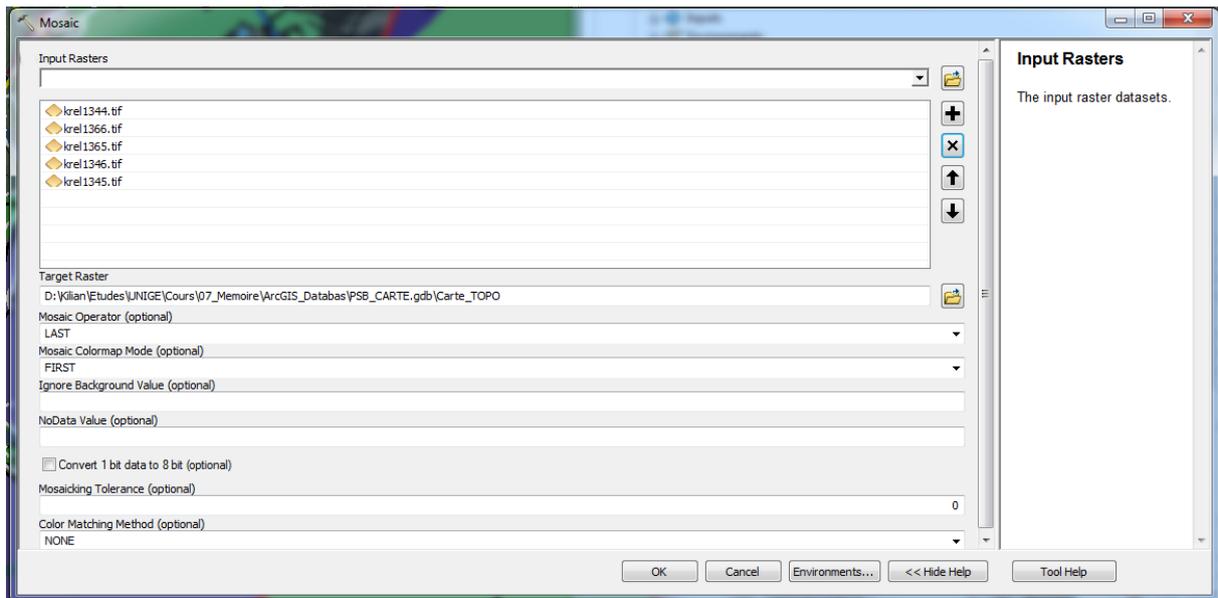


Figure 5: Création de la mosaïque d'image Raster

Une fois les images raster .tiff regroupées au sein d'un même jeu de données raster, j'ai réalisé un clip (*Data Management Tool*) pour afficher uniquement les informations situées à l'intérieur des frontières administratives du territoire d'étude, à savoir les cinq communes du Pays du St-Bernard.

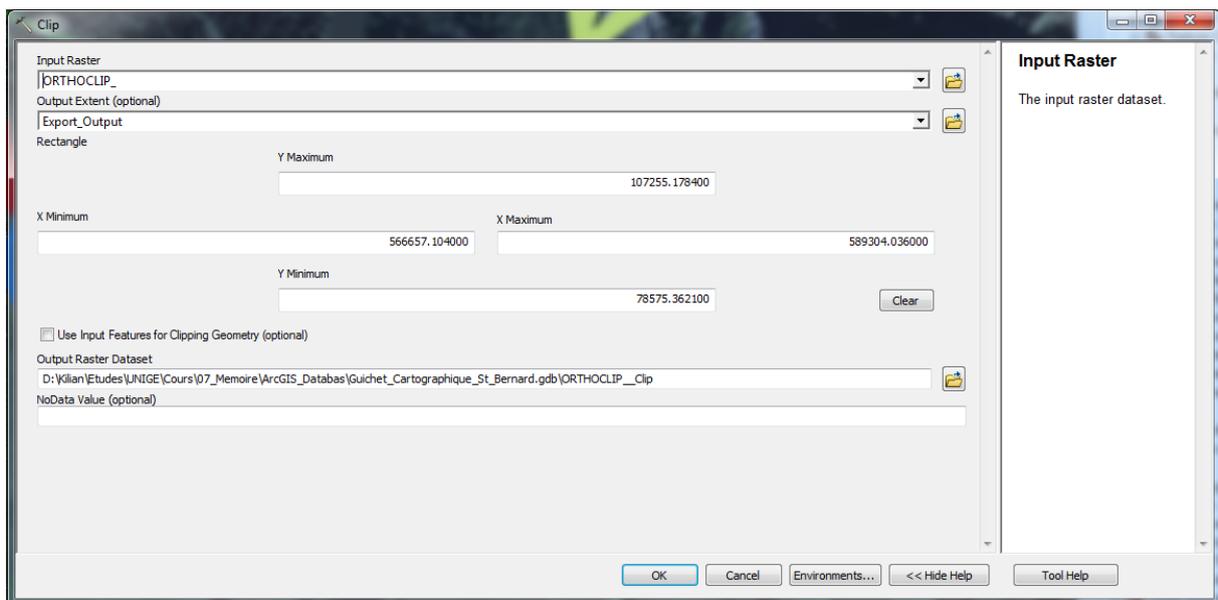


Figure 6: Fonction Clip (Raster). L'Output Extent correspond aux polygones des cinq communes de la région.

Pour les données de types vectorielles, j'ai utilisé la fonction *Clip* de la boîte outils *Analysis*. Comme pour la délimitation des images Raster, j'ai délimité la zone d'étude avec les polygones des cinq communes (*Clip Features*). En parallèle à cette fonction *Clip*, il est également possible de sélectionner les éléments présents sur le territoire directement depuis la table d'attributs de la donnée SIG. J'ai notamment appliqué cette méthode pour les arrêts de transports en commun car ils ne sont jamais situés à cheval sur deux communes.

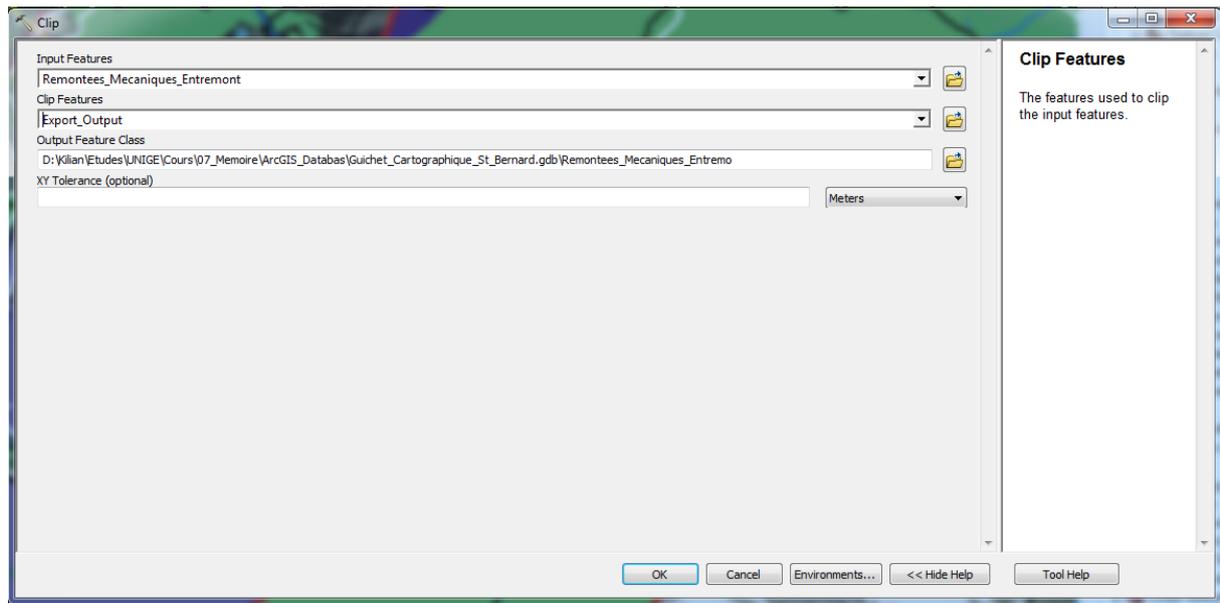


Figure 7: Fonction Clip (Vectoriel)

Après avoir traité les différents shapefile mis à disposition par le canton du Valais, j'ai exporté les shapefile vers la geodatabase « Guichet\_Cartographique\_St\_Bernard.gdb » destinée à stocker l'ensemble des informations du guichet cartographique. Pour ce faire, j'ai utilisé la fonction *Export to Geodatabase (single)* dans ArcCatalog.

J'ai ensuite pris connaissance des tables d'attributs des différentes données SIG pour retravailler la symbologie et les éléments représentés. Pour plusieurs données SIG, notamment celles fournies par *Swisstopo*, je me suis confronté à une difficulté de compréhension des libellés des colonnes. Les métadonnées n'étant pas renseignées, j'ai recherché sur le site Internet de *Swisstopo*, les explications concernant les différents attributs de la table des attributs. Un cas qui s'est notamment présenté pour les données suivantes : *Couverture du sol, Zone d'affectation, Bisses, Inventaire des voies historiques et réseaux routes et chemins pédestres*.

J'ai également retravaillé la classe d'entité *Lacs* en y ajoutant les noms des lacs dans la table d'attributs. Comme l'information concernant les cours d'eau était réparties dans plusieurs classes d'entité (*sel\_écoulement, sel\_nomenclature, sel\_localisation, sel\_Source\_géométrie, sel\_axe\_cours\_d\_eau*), j'ai réalisé plusieurs jointures pour disposer de l'entier des informations au sein de la même classe d'entité. La jointure a notamment consisté à rapatrier les noms de la classe d'entité *sel\_nomenclature* dans la classe d'entité *sel\_Source\_géométrie*.

Finalement, j'ai modifié le contenu de la classe d'entité *sel\_VEC200\_Railway*, qui contient l'ensemble du réseau ferré valaisan et les remontées mécaniques du type téléporté (hors téléskis). Comme je souhaitais disposer de deux classes d'entité distinctes pour les remontées mécaniques et pour les chemins de fer, j'ai supprimé les éléments liés aux remontées mécaniques dans la table d'attributs. Comme la digitalisation de *swisstopo* contenait des erreurs, j'ai finalement procédé à une nouvelle digitalisation du tracé de chemin de fer pour la région d'Entremont.

Pour les remontées mécaniques, j'ai finalement créé une nouvelle classe d'entité (digitalisation personnelle) avec une table d'attributs plus complètes, contenant notamment des informations concernant le type, le débit horaire et l'échéance de la concession (concession d'exploitation).



Figure 8: En violet, la digitalisation swisstopo, en noir ma propre digitalisation

## 4.2. Traitement des données / Digitalisation Pays du St. Bernard

La création d'une classe d'entité personnelle implique une réflexion à propos de la table d'attributs de ladite classe d'entité. La table d'attributs contient l'ensemble des informations liées à l'objet représenté (information descriptive). Le type et le nombre d'attributs est fonction du type et de l'usage de l'information.

L'étape de la conceptualisation des tables d'attributs constitue ainsi une étape importante dans la création d'un guichet cartographique. La richesse des informations est fonction du contenu des différentes tables d'attributs.

En amont de la création de la classe d'entité, j'ai inventorié sous la forme de tableaux à trois colonnes<sup>4</sup> et par thématique, les libellés des futures colonnes des différentes tables d'attributs. Ces informations seront directement affichées dans le guichet cartographique et accessible avec l'outil « information ».

Les données intégrées aux tables d'attributs proposent, en fonction des éléments cartographiés des informations à propos des modalités de contact (téléphone, mail, fax et internet), des degrés de difficulté et/ou de la durée (bleu, rouge, vert ou facile, moyen, difficile) ou de la saisonnalité (date d'ouverture).

### 4.2.1. Création d'une classe d'entité

La création d'une classe d'entité dans ArcCatalog implique de déterminer le type d'entité (point, ligne, polygone) en fonction des éléments à « cartographier » et le système de référence spatiale. Ces deux

<sup>4</sup> Les tables d'attributs liées aux classes d'entités Hébergement, Remontées mécaniques, Piste de ski/Ski de fond/Sentiers raquette, Sentiers/Randonnée, Infrastructures sportives, Infrastructures culturelles, Services de base, Office du tourisme, Comptages routiers et Tunnel du St-Bernard sont disponibles en annexe.

indications sont indispensables pour la construction d'une représentation cartographique de qualité. Le système de référence spatial doit impérativement être identique aux différentes couches utilisées.

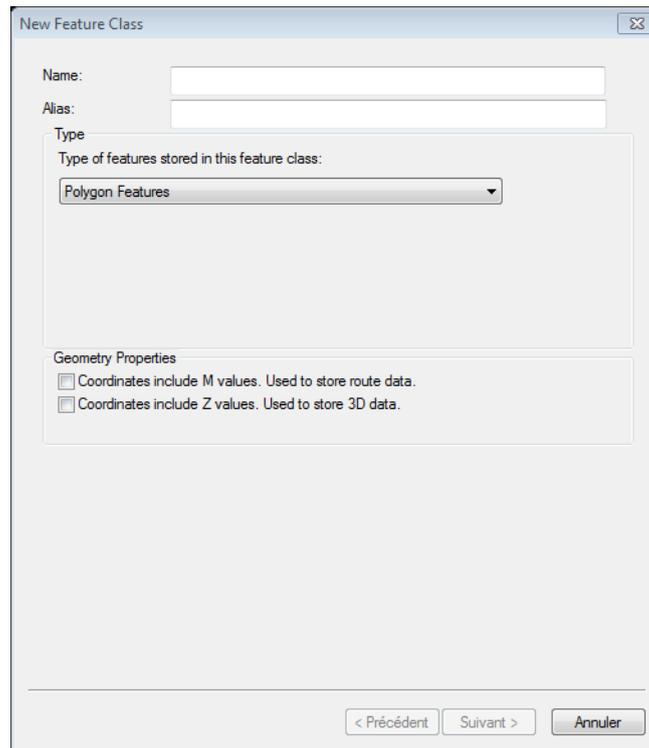


Figure 9: Création d'une nouvelle classe d'entité (ArcCatalog)

La classe d'entité créée est ensuite complétée dans ArcMap, en cartographiant les éléments souhaités (Remontées mécaniques, pistes de ski, ...). Cette étape se réalise dans la barre d'outils *Editor* avec la création d'entités.

FID	Shape *	Id	STATION	NOMPI	TYPPI	DAJOUT	DMODIF	DDIFF	ENN_M
0	Polygon	1	La Fouly	Petites Combes	Ski alpin	10.04.2014	10.04.2014	Bleu	Oui
1	Polygon	3	Super St-Bernard	Plan du Jeu	Ski alpin	10.04.2014	10.04.2014	Bleu	Oui
2	Polygon	2	Super St-Bernard	Piste du Soleil	Ski alpin	10.04.2014	10.04.2014	Bleu	Oui
3	Polygon	4	Super St-Bernard	Combe de Menouve	Ski alpin	10.04.2014	10.04.2014	Noire	Non
4	Polygon	5	Super St-Bernard	Tscholeir	Ski alpin	10.04.2014	10.04.2014	Noire	Non
5	Polygon	6	Bourg St-Pierre	Lorette 1	Ski alpin	10.04.2014	10.04.2014	Bleu	Non
6	Polygon	7	Champex-Lac	Lac	Ski alpin	10.04.2014	10.04.2014	Bleu	Non
7	Polygon	8	Champex-Lac	La Noire	Ski alpin	10.04.2014	10.04.2014	Noire	Non
8	Polygon	8	Champex-Lac	La Rouge	Ski alpin	10.04.2014	10.04.2014	Rouge	Non
9	Polygon	9	Champex-Lac	Combe 1	Ski alpin	10.04.2014	10.04.2014	Rouge	Non
10	Polygon	10	Champex-Lac	Combe 2	Ski alpin	10.04.2014	10.04.2014	Rouge	Non
11	Polygon	11	Champex-Lac	Le Vallon	Ski alpin	10.04.2014	10.04.2014	Bleu	Non
12	Polygon	13	Vichères-Bavon (Lidd	La Vuardette	Ski alpin	10.04.2014	10.04.2014	Bleu	Non
13	Polygon	12	Vichères-Bavon (Lidd	L'Arrête	Ski alpin	10.04.2014	10.04.2014	Bleu	Non
14	Polygon	14	Vichères-Bavon (Lidd	La Combette	Ski alpin	10.04.2014	10.04.2014	Bleu	Non
15	Polygon	15	Vichères-Bavon (Lidd	La Bolza	Ski alpin	10.04.2014	10.04.2014	Bleu	Non
16	Polygon	16	Vichères-Bavon (Lidd	La Noire	Ski alpin	10.04.2014	10.04.2014	Noire	Non
17	Polygon	17	Vichères-Bavon (Lidd	La Combe à Sie-Nier	Ski alpin	10.04.2014	10.04.2014	Bleu	Non
18	Polygon	18	Vichères-Bavon (Lidd	La Chaux	Ski alpin	10.04.2014	10.04.2014	Rouge	Non
19	Polygon	19	Vichères-Bavon (Lidd	La Tessune	Ski alpin	10.04.2014	10.04.2014	Rouge	Non
20	Polygon	14	Vichères-Bavon (Lidd	Le Stade	Ski alpin	10.04.2014	10.04.2014	Rouge	Non
21	Polygon	20	La Fouly	La Combe Verte	Ski alpin	10.04.2014	10.04.2014	Noire	Non
22	Polygon	20	La Fouly	L'Ecurie	Ski alpin	10.04.2014	10.04.2014	Noire	Non
23	Polygon	20	La Fouly	Le Plateau	Ski alpin	10.04.2014	10.04.2014	Rouge	Non

Figure 10: Table des attributs des pistes de ski

Ce procédé est également appliqué pour la création des classes d'entité *Office du Tourisme, Pistes de ski, Comptages routiers (nombre de passage), chemin de fer (version personnelle) et Tunnel du St-Bernard*.

Pour la classe d'entité du *Tunnel du St. Bernard*, les attributs sont complétés par une jointure avec le fichier Excel fourni par la société Sistrex, qui retrace la fréquentation du tunnel du St-Bernard, de 1964 (année de l'ouverture du tunnel du St-Bernard) à aujourd'hui. Pour y parvenir, j'ai nettoyé le fichier Excel, en supprimant notamment les images, la mise en page et les données inutiles.

			Voitures		Cars		Camions		Trafic total	Progressif			
	Sud-Nord	Nord-Sud		%*		%*		%*			touristique	commercial	
1964	186'135	182'453	356'109		8'468		4'011		368'588		368'588	364'577	4'011
1965	151'616	155'375	286'713	-19.49	7'046	-16.79	13'232	229.89	306'931	-16.71	675'579	293'759	13'232
1966	145'426	147'971	269'840	-5.88	6'407	-9.07	17'050	28.85	293'297	-4.46	368'876	276'247	17'050
1967	152'187	154'720	283'444	5.04	6'045	-5.65	17'418	2.16	306'907	4.64	1'275'783	289'489	17'418
1968	163'359	171'565	311'520	9.91	5'520	-8.68	17'884	2.68	334'924	3.13	1'610'707	317'040	17'884
1969	185'866	138'418	357'915	14.89	5'881	6.54	20'488	14.56	384'284	14.74	1'994'391	363'796	20'488
1970	201'824	213'352	384'928	7.55	5'827	-0.92	25'021	22.13	415'776	8.19	2'410'767	390'755	25'021
1971	211'662	222'829	401'189	4.22	5'637	-2.23	27'605	10.33	434'491	4.50	2'845'258	406'886	27'605
1972	232'658	245'700	440'275	9.74	5'776	1.39	32'307	17.03	478'358	10.10	3'323'616	446'051	32'307
1973	243'168	255'049	454'738	3.28	5'942	2.87	37'537	16.19	498'217	4.15	3'821'833	460'680	37'537
1974	229'491	238'972	419'517	-7.75	5'898	-0.74	43'048	14.68	468'463	-5.97	4'290'296	425'415	43'048
1975	261'705	269'055	476'126	13.49	6'061	2.76	48'573	12.83	530'760	13.30	4'821'056	482'187	48'573
1976	262'810	271'277	476'167	0.01	6'467	6.70	51'453	5.33	534'087	0.63	5'355'143	482'634	51'453
1977	260'474	266'283	470'166	-1.26	6'690	3.45	49'901	-3.02	526'757	-1.37	5'881'900	476'856	49'901
1978	275'064	280'514	490'368	4.30	5'648	-15.58	59'562	19.36	555'578	5.47	6'437'478	496'016	59'562
1979	305'439	307'839	540'830	10.29	6'997	23.88	65'511	9.39	613'338	10.40	7'050'816	547'827	65'511
1980	305'118	307'138	531'947	-1.64	8'425	20.41	77'884	9.73	612'256	-0.18	7'663'072	540'372	77'884
1981	278'571	278'137	488'720	-8.13	8'266	-1.89	59'722	-16.92	556'708	-3.07	8'219'780	496'986	59'722
1982	293'607	297'634	522'193	6.85	9'224	11.59	59'824	0.17	591'241	6.20	8'811'021	531'417	59'824
1983	277'908	282'287	494'338	-5.33	8'656	-6.16	57'201	-4.38	560'195	-5.25	9'371'216	502'994	57'201
1984	242'939	278'430	490'550	-0.77	9'318	7.65	51'501	-3.96	551'363	-1.58	9'922'585	499'888	51'501
1985	248'021	250'279	446'556	-8.37	8'608	-7.62	43'136	-16.24	498'300	-3.62	10'420'885	455'164	43'136
1986	253'161	254'166	457'770	2.51	7'706	-10.48	41'851	-2.98	507'327	1.81	10'928'212	465'476	41'851
1987	292'056	290'474	527'348	15.33	7'910	2.65	46'672	11.52	562'530	14.82	11'510'742	535'858	46'672
1988	280'525	281'341	495'734	-6.10	8'452	6.85	57'680	23.59	561'866	-3.55	12'072'608	504'186	57'680
1989	293'614	296'167	521'581	5.21	8'053	-4.72	60'747	5.32	590'381	5.08	12'662'989	529'634	60'747
1990	288'739	299'022	515'767	-1.11	8'266	2.64	63'788	5.01	587'821	-0.43	13'250'810	524'033	63'788
1991	283'915	287'038	501'286	-2.81	7'728	-6.51	61'939	-2.90	570'953	-2.87	13'821'763	509'014	61'939
1992	279'947	292'378	501'123	-0.03	7'788	0.78	63'414	2.38	572'325	0.24	14'394'088	508'911	63'414
1993	258'295	260'296	459'814	-8.24	6'401	-17.81	52'376	-17.41	518'591	-3.39	14'912'679	466'215	52'376
1994	261'648	265'737	469'229	2.05	5'110	-20.17	53'046	1.28	527'385	1.70	15'440'064	474'339	53'046
1995	257'988	261'125	462'890	-1.35	6'001	17.44	50'822	-4.19	519'713	-1.45	15'959'777	468'891	50'822
1996	250'859	255'078	453'135	-2.11	5'968	-0.55	46'834	-7.85	505'397	-2.65	16'465'714	459'103	46'834
1997	247'480	252'188	448'906	-0.96	5'876	-1.54	44'886	-3.95	493'668	-1.24	16'965'382	454'682	44'886
1998	259'777	265'887	466'414	3.32	7'137	21.46	52'113	15.84	525'664	5.20	17'431'046	473'551	52'113
1999	369'985	375'037	672'576	44.20	12'680	77.67	59'766	14.69	745'022	41.73	18'236'068	685'256	59'766
2000	398'691	401'933	724'318	7.78	13'335	5.17	62'311	4.36	800'624	7.46	19'036'692	738'253	62'311
2001	406'431	407'655	729'771	0.67	11'281	-15.40	73'034	17.10	814'086	1.68	19'850'778	741'052	73'034
2002	346'231	351'218	588'850	-19.31	10'424	-7.60	98'175	34.42	697'449	-14.33	20'548'227	599'274	98'175
2003	312'835	317'804	543'925	-7.63	8'076	-22.52	78'638	-19.30	630'639	-3.58	21'178'866	552'001	78'638
2004	297'333	303'918	516'341	-5.07	7'029	-12.96	77'881	-0.96	601'251	-4.66	21'780'117	523'370	77'881
2005	288'403	297'065	521'483	1.00	7'245	3.07	56'740	-27.15	585'468	-2.63	22'365'585	528'728	56'740
2006	307'150	314'931	555'888	6.60	8'017	10.66	58'076	2.35	621'981	6.24	22'987'566	563'905	58'076
2007	298'415	304'388	540'183	-2.83	7'262	-9.42	55'358	-4.68	602'803	-3.08	23'590'369	547'445	55'358
2008	287'471	293'773	516'540	-4.38	7'376	1.57	57'328	3.56	581'244	-3.58	24'171'613	523'916	57'328
2009	285'958	293'085	526'772	1.98	7'104	-3.63	45'167	-21.21	579'043	-0.38	24'750'656	533'876	45'167

Figure 11: Extrait du fichier Excel fourni par la société Sisex. Un tableau détaillé qui présente l'évolution de la fréquentation du tunnel routier du St-Bernard en fonction de la direction et du type de véhicules (y.compris l'évolution de la fréquentation).

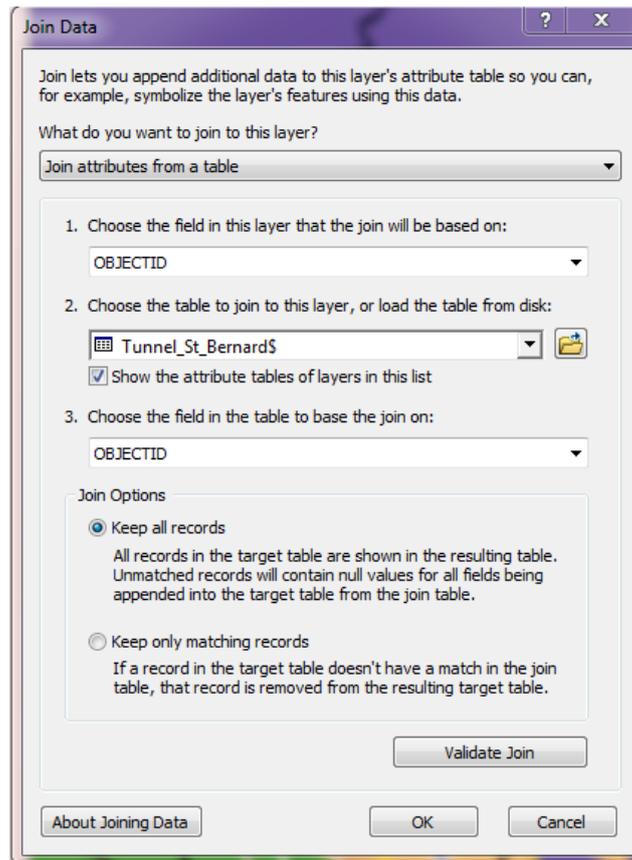


Figure 12: La jointure entre la couche Tunnel du St-Bernard créée par mes soins et le fichier Excel fourni par Sisex (et nettoyé par mes soins)

#### 4.2.2. Importation de données géo-référencées

Les informations concernant les hébergements, les services de base, les infrastructures sportives et les services culturels me sont fournis par l'Office du Tourisme du Pays du St-Bernard sous la forme de tableau Excel, avec en entrée (ligne) les différents types de services et d'hébergements, complétés (colonnes) par différents types d'attributs, comme la localisation du service (adresses), le nom/prénom du propriétaire ou les différentes modalités de contact (Tel, Courriel, Internet). Chaque entrée (ligne) est également accompagnée par les coordonnées géographiques en latitude et longitude. J'ai appliqué la même procédure pour les données liées aux transports publics, à savoir pour les arrêts des transports en commun.

Avant l'importation des tableau Excel dans ArcGIS, j'ai nettoyé (noms des colonnes, homogénéisation des données, etc) et complété le tableau en fonction des attributs nécessaires (par ajout de colonnes), déterminé dans la phase précédente de la méthodologie. Par la présence des coordonnées géographiques comprises dans les différents tableaux Excel, pour chaque entrée, j'ai utilisé la fonction *Display XY Data* lors de l'importation des tables Excel. Lors de l'importation, j'ai modifié les paramètres *Spatial Reference Properties* en fonction du type de système de coordonnées. Comme les données me sont fournies en latitude/longitude, j'ai sélectionné le système de coordonnées géographiques WGS 1984 et non GCS\_CH1903, proposé par défaut lors de l'importation.

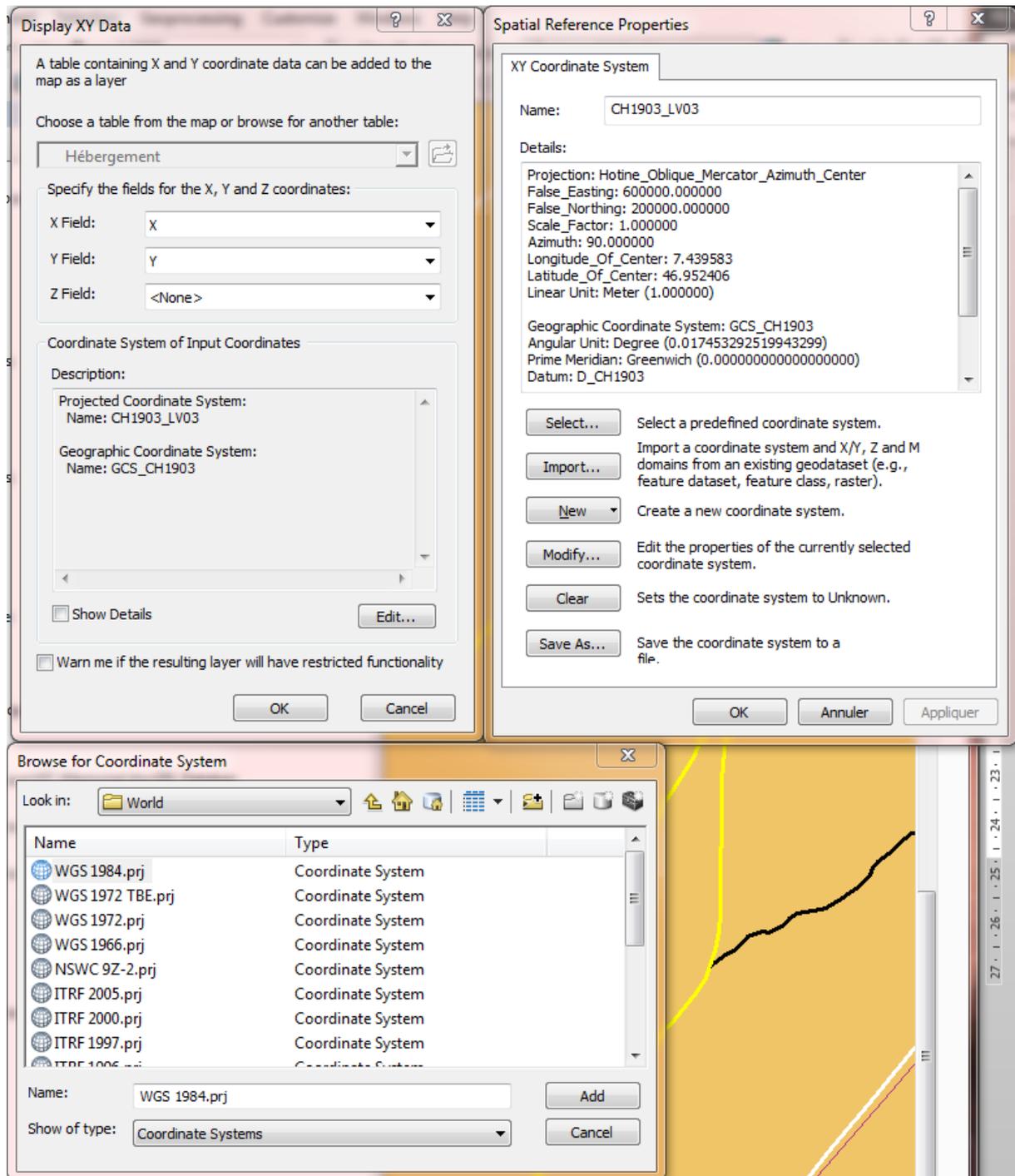


Figure 13: Les différents paramètres de la fonction Display XY avec la sélection du WGS 1984, qui s'applique aux latitudes et aux longitudes.

Représentées dans ArcGIS avec le système de coordonnées géographiques WGS 1984, j'ai ensuite transformé le système de coordonnées en GCS\_CH1903 pour superposer les nouvelles informations aux couches existantes. Pour ce faire, j'ai utilisé la fonction *Project* dans ArcToolBox, comme illustré par la figure suivante.

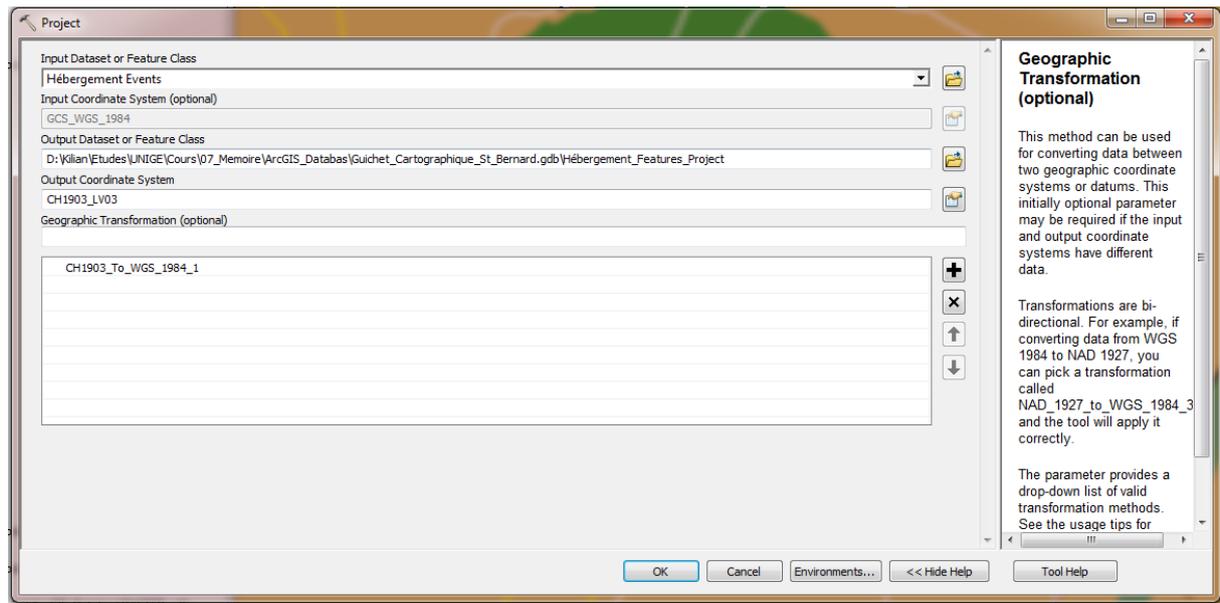


Figure 14: Transformation du système WGS 1984 en GCS\_CH1903 (ArcTool Box, Data Management Tool. Projections and Transformations, Feature, Project)

Une fois la transformation réalisée, j'ai modifié la symbologie en conséquence pour représenter cartographiquement les informations souhaitées. J'ai appliqué cette procédure d'importation aux classes d'entité *Service de base*, *Hébergement*, *Infrastructures sportives*, *Services culturels* et *arrêts de bus TMR*.

Pour la création de la classe d'entité *Transports publics*, j'ai fusionné les informations concernant les arrêts de bus (données fournies par les sociétés TMR et Car Postal) et les gares ferroviaires (données fournies par swisstopo). Pour ce faire, j'ai utilisé la fonction *Merge*, en veillant à paramétrer correctement les détails *Field Map*. En effet, la couche swisstopo est livrée avec les libellés en anglais et la couche TMR avec les libellés en français. Pour éviter d'avoir un dédoublement de colonnes, il est nécessaire de préciser les paramètres de combinaison comme représenté sur la prochaine figure.

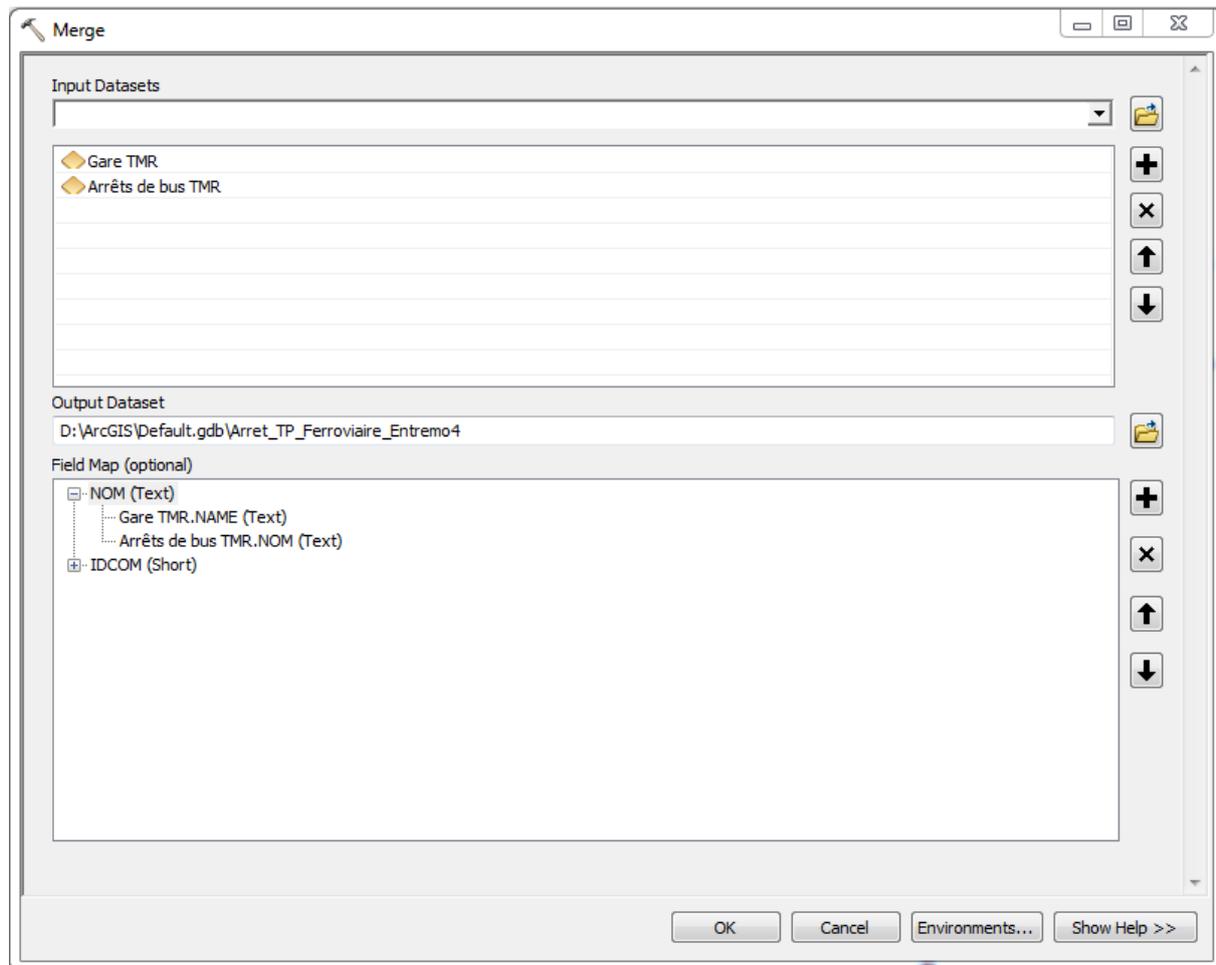


Figure 15: Fenêtre Merge pour la fusion des données concernant les arrêts ferroviaires (swisstopo) et les arrêts de bus (TMR)

#### 4.2.3. Importation de données GPX / KML

Pour la création des classes d'entité des sentiers thématiques, des sentiers de raquettes, sentiers VTT et des pistes de ski de fond, j'ai utilisé les fichiers bruts gpx ou kml mis à disposition par le site Internet de la destination Pays du St-Bernard<sup>5</sup>. Comme ArcGIS n'est pas en mesure d'importer directement des fichiers au format GPX, j'ai transformé l'ensemble des fichiers GPX au format KML par un utilitaire trouvé sur Internet, à savoir le site de conversion : <http://gpx2kml.com>. J'ai ainsi transformé le format de l'ensemble des gpx en format kml, supporté par le logiciel ArcGIS.

L'importation des fichiers KML dans ArcGIS est garantie par la fonction *KML To Layer*. Les fichiers sont importés sous la forme d'une géodatabase, composée d'une couche *Placemarks*, dans laquelle sont intégrés les polygones et les points du fichier KML. Les points représentent pour les données obtenues de l'office du tourisme du St-Bernard, les points forts et particularités du sentier. La polygone représente le sentier.

<sup>5</sup> Disponible à cette adresse : <http://www.saint-bernard.ch>

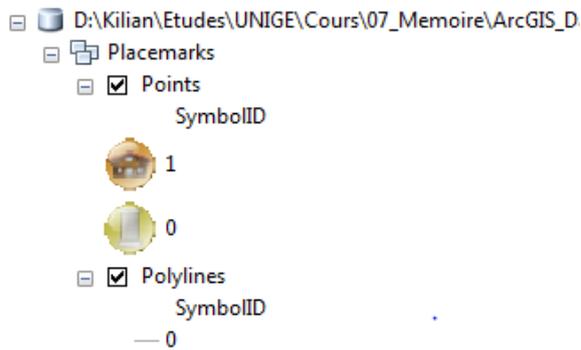


Figure 16: La composition du Placemarks

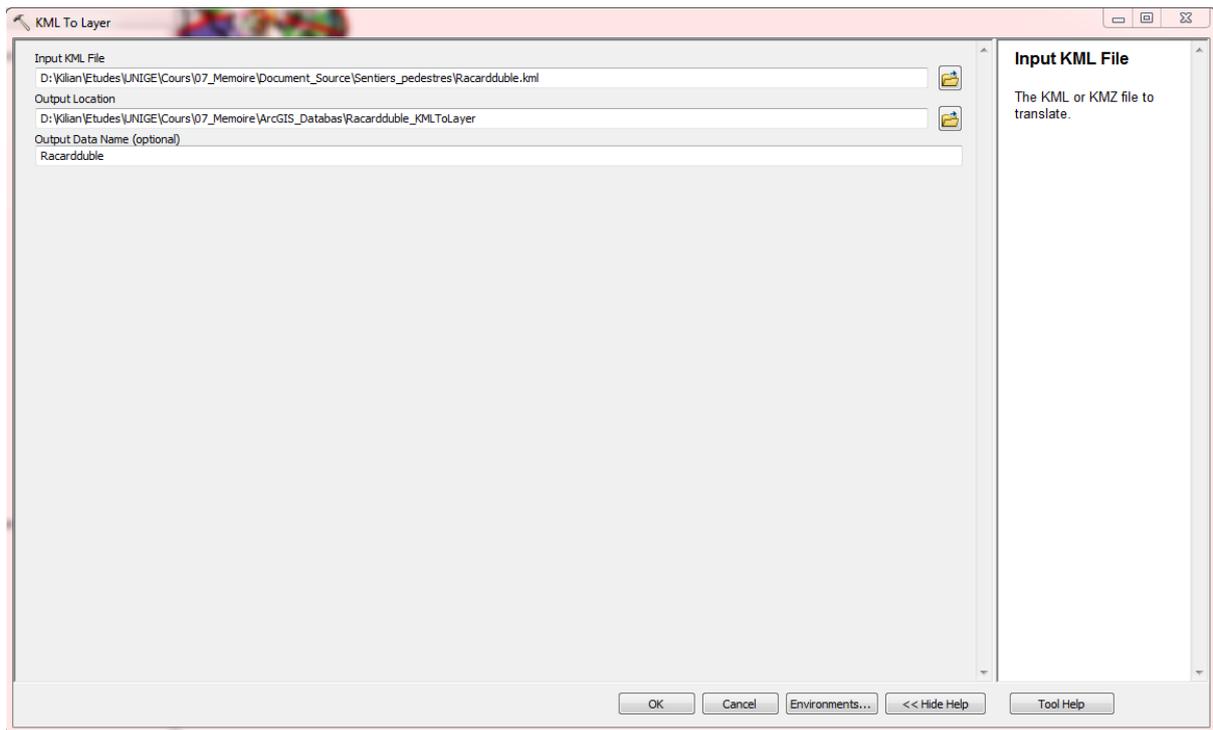


Figure 17: Importation des fichiers KML avec la fonction KML to Layer

Pour créer une classe d'entité « unique » avec les différents KML importés, la couche *Polylines* est exportée avec la fonction *Export To Geodatabase (Single) (ArcCatalog)*. Les sentiers sont ensuite regroupés par type de sentiers avec la fonction *Merge*. J'ai ensuite complété les attributs avec les données, non renseignées, avec notamment le degré de difficulté, le nom du parcours, la dénivellation et l'altitude de départ et d'arrivée.

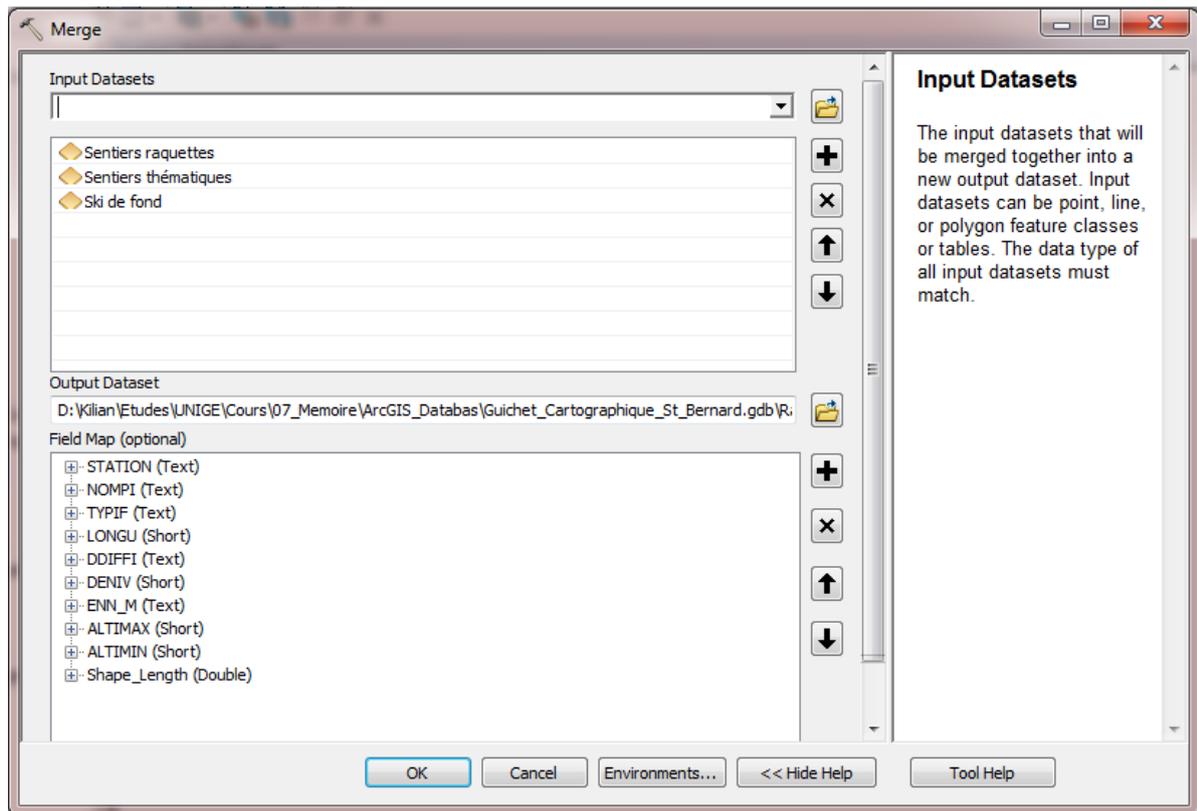


Figure 18: La fonction Merge, avec en Input Datasets, les différents sentiers à fusionner et sous Field Map, les différents attributs communs qui seront fusionnés. (Image non contractuelle)

Les fichiers KML importés utilisent le système de coordonnées géographiques WGS\_1984. Il est ainsi nécessaire de modifier le système de coordonnées géographiques des classes d'entités, créées à l'étape précédente. Le changement de projection est assuré par la fonction *Project*, comprise dans ArcToolBox.

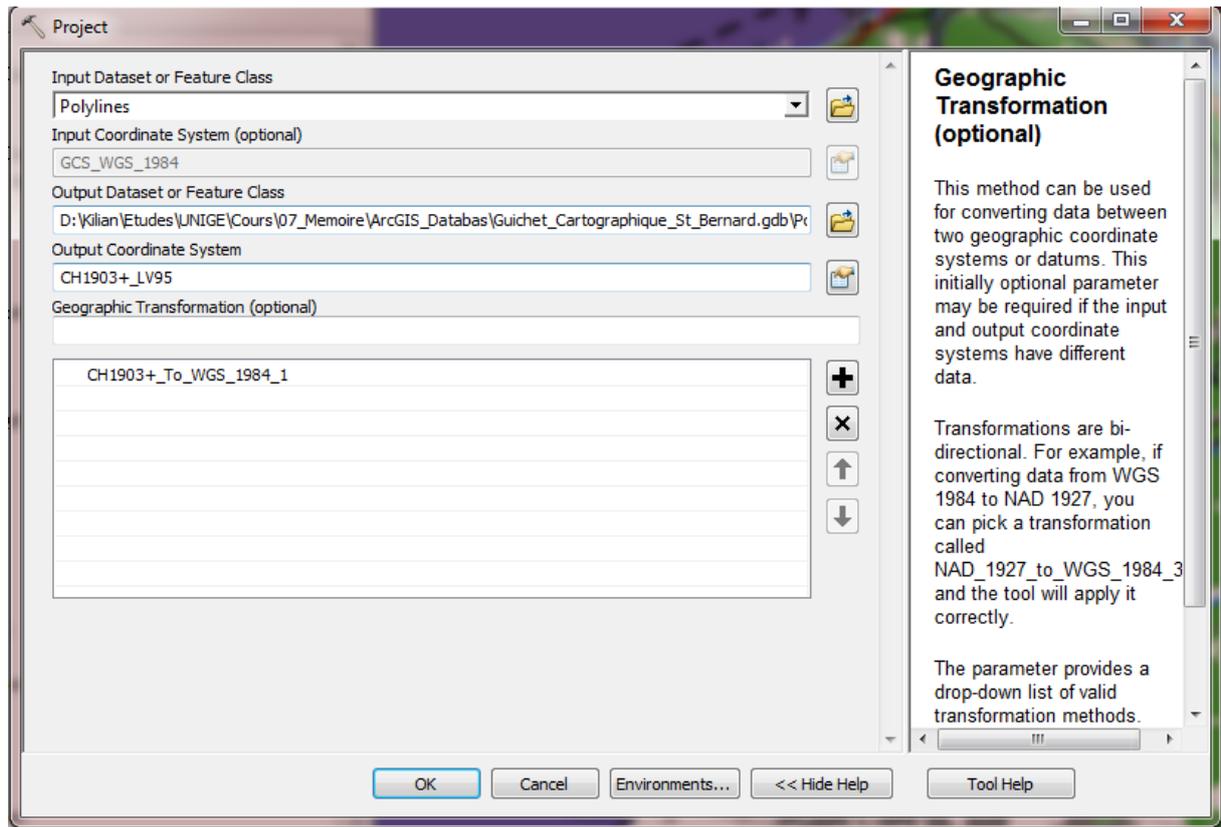


Figure 19: Fonction Project pour transformer le système de coordonnées géographiques

Comme cette démarche est répétitive, étant donné le nombre conséquent de fichiers KML à importer, j'ai cherché à automatiser l'importation des fichiers KML dans ArcGIS.

Pour ce faire, j'ai utilisé en premier lieu un outil fourni par l'Université de Reims<sup>6</sup>, permettant l'importation des KML sous forme de *Shapefile* en limitant l'importation aux formes géométriques « polygones ».

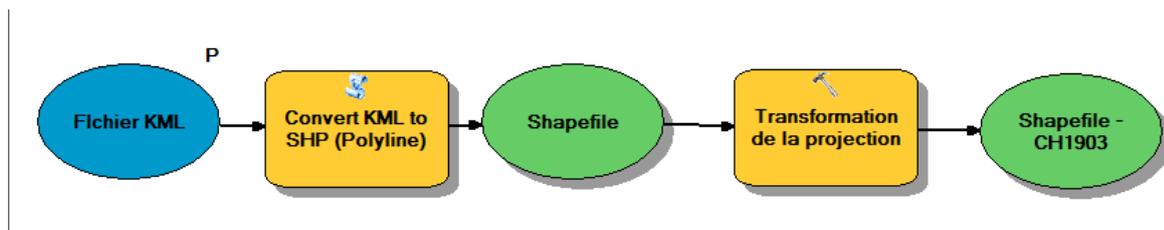


Figure 20: ModelBuilder permettant l'importation des fichiers KML et la transformation automatique du système de référence géographique

Les différents shapefile sont combinés avec la fonction Merge (par type de sentiers) et la table d'attributs est finalement complétée avec les informations nécessaires. Les différents *Shapefile* sont ensuite exportés vers la geodatabase unique, utilisée pour ce projet.

Parallèlement à ce Modelbuilder, j'ai également cherché à utiliser un script Python proposé par la bibliothèque d'aide ArcGIS. Pour importer uniquement les polygones, j'ai apporté plusieurs modifications au script proposé sur l'aide en ligne ArcGIS / Python en y ajoutant une condition pour importer uniquement lesdites polygones. Les différents sentiers importés sont regroupés avec la

<sup>6</sup> Outil (Toolbox) disponible sous [http://archo.univ-reims.fr/cours\\_anne-combaud/kml\\_to\\_shp.zip](http://archo.univ-reims.fr/cours_anne-combaud/kml_to_shp.zip)

fonction *Merge*. Le système de coordonnées géographiques est modifié avec la fonction *Batch Project* de la boîte à outils *Projections and Transformations*. Finalement, la table d'attributs est complétée avec les informations nécessaires pour chaque sentier.



```
7 KML.py - D:\Kilian\Etudes\UNIGE\Cours\07_Memoire\Python\KML\KML.py
File Edit Format Run Options Windows Help
#-----
# Name:      KML.py
# Purpose:   Import KML (only Polyline)
#
# Author:    Kilian
#
# Created:   15.05.2014
# Copyright:
# Licence:   sittel consulting sa
#-----

# Importation des systèmes Model
import arcpy, os

arcpy.overwriteoutput = 1

# Emplacement des fichiers KML
arcpy.env.workspace="D:/Kilian/Etudes/UNIGE/Cours/07_Memoire/Document_Source/Fic

# Définition des variables locales et location de la geodatabase consolidée
outLocation = "D:/Kilian/Etudes/UNIGE/Cours/07_Memoire/Document_Source/Fichier_K
MasterGDB = r'AllKMLLayers.gdb'
MasterGDBLocation = os.path.join(outLocation, MasterGDB)

# Création de la geodatabase "compilée"
arcpy.CreateFileGDB_management(outLocation, MasterGDB)

# Conversion de l'ensemble des fichiers KML
for kmz in arcpy.ListFiles('*.KM*'):
    print "CONVERTING: " + os.path.join(arcpy.env.workspace, kmz)
    arcpy.KMLToLayer_conversion(kmz, outLocation)

# Changement de l'espace de travail
arcpy.env.workspace = outLocation

# Boucle au travers de toute FileGeodatabase à l'intérieur de l'espace de travail
wks = arcpy.ListWorkspaces('*', 'FileGDB')

# Ignorer la Master Geodatabase
wks.remove(MasterGDBLocation)

for fgdb in wks:

    # Changer l'espace de travail du FileDatabase en cours d'utilisation
    arcpy.env.workspace = fgdb

    # Copie de chaque Feature Class dans la Master Geodatabase en utilisant le nom

    featureClasses = arcpy.ListFeatureClasses('*', 'Polyline', 'Placemarks')

    for fc in featureClasses:
        print "COPYING: " + fc + " FROM: " + fgdb
        fcCopy = fgdb + os.sep + 'Placemarks' + os.sep + fc
        arcpy.FeatureClassToFeatureClass_conversion(fcCopy, MasterGDBLocation, fgdb[

# Nettoyage (suppression des fichiers de travail)
del kmz, wks, featureClasses, fgdb

Ln: 3 Col: 41
```

Figure 21: Script Python

Ces deux méthodes permettent de semi-automatiser l'importation des fichiers KML dans ArcGIS avec à la clé un gain de temps non négligeable proportionnel au nombre de fichier KML.

### 4.3. Traitement de la symbologie

La symbologie constitue certainement l'étape la plus importante dans la création d'une carte, respectivement d'un guichet cartographique. En effet, la symbologie permet aux lecteurs de visualiser et surtout de comprendre les informations qui sont disponibles sur ladite carte.

Pour faciliter l'identification et la compréhension des différents éléments cartographiés, j'ai développé une nouvelle symbologie spécifique pour les points spatialement localisés, comme les hébergements, les commerces, les infrastructures sportives ou culturelles. *La démarche est développée au point suivant.*

Pour les informations, représentées par des surfaces ou des lignes, nous avons tenu à respecter les normes de swisstopo (si possible), notamment pour les routes, les voies de chemins de fer ou encore les lacs.

A propos des classes d'entité *Couvertures du sol* et *Zones d'affectation*, la symbologie est choisie de manière arbitraire parmi les options proposées par ArcGIS, en cherchant toutefois à sélectionner une couleur en rapport, si possible, avec la thématique représentée (p. ex : Lacs en bleu).

Comme le guichet cartographique offre la fonction « Zoom avant / arrière », le réglage concernant la proportionnalité de la taille des symboles est important. ArcGIS offre à ce propos la possibilité de définir une échelle de référence pour la taille des symboles. Dans le cas de la carte du Pays du St-Bernard, j'ai opté pour une échelle de référence de 1 :10'000. Grâce à cette option, la taille des éléments symbolisés est optimisée, garantissant une meilleure lecture lorsque la totalité de la carte est affichée. Cette option est disponible dans les propriétés de la couche *Data Frame*. Il est également possible de définir ce réglage pour chaque couche individuellement, dans *Layer Properties / Display* en cochant si la couche doit s'adapter ou non à l'échelle de référence.

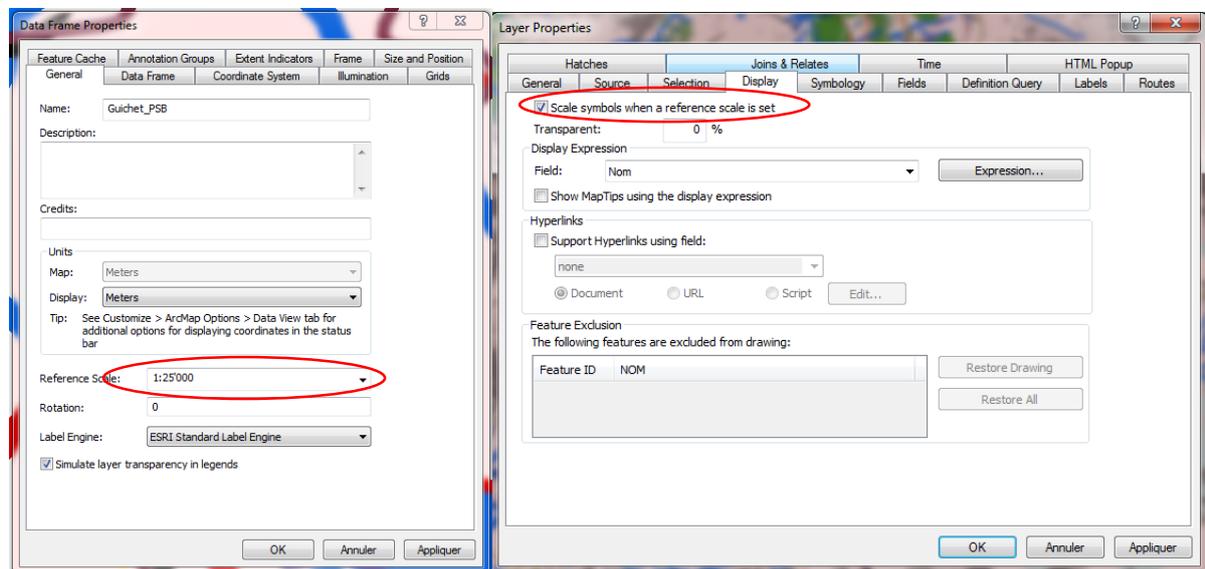


Figure 22: Les deux options de réglages (Global Data Frame Properties / Individuel Layer Properties)

### 4.4. Création des pictogrammes

La création de pictogrammes « thématiques » permet de faciliter la lecture de l'information présente sur la carte. Comme les pictogrammes, proposés par défaut par ArcGIS ne me convenaient pas, j'ai consulté les différentes bases de données, libre de droit sur Internet afin de créer des pictogrammes utiles. Pour ce faire, j'ai utilisé les logiciels Illustrator et Photoshop pour adapter les pictogrammes à mes besoins (couleurs, combinaison de deux pictogrammes, etc).

Pour les pictogrammes liés aux transports publics, j'ai effectué une demande auprès des CFF afin de pouvoir réutiliser les pictogrammes officiels<sup>7</sup>.

#### 4.5. Préparation des couches pour le Guichet cartographique

Plusieurs démarches sont nécessaires pour préparer la publication du guichet cartographique afin que les informations soient compréhensibles. Sous l'onglet *Field*, de la fenêtre *Layer Properties*, il est recommandé de modifier l'alias pour chaque entrée, en privilégiant une appellation compréhensible pour les futurs lecteurs du portail cartographique du Pays du St-Bernard. En outre, la suppression de la symbologie pour la catégorie *All Other Values* est également conseillée.

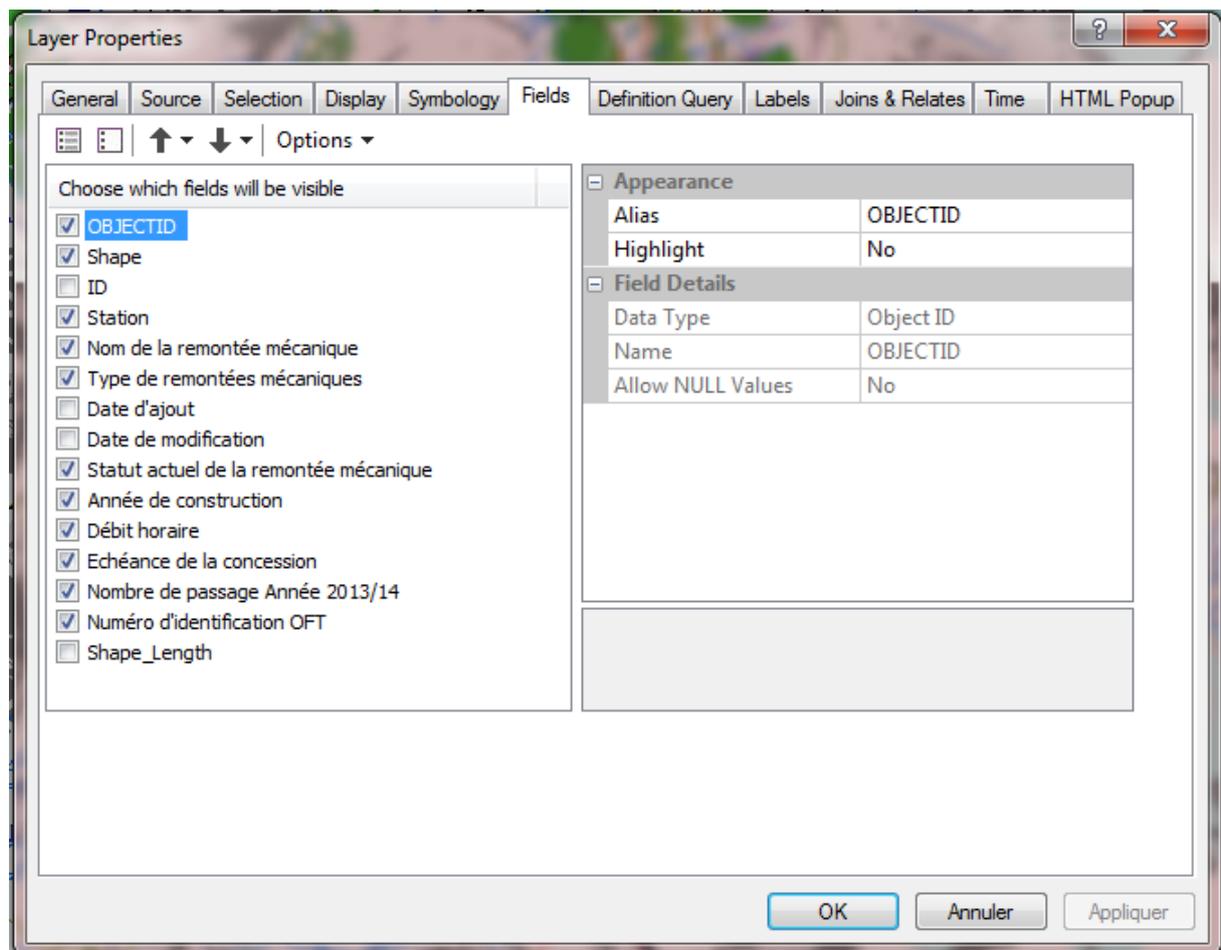


Figure 23: Préparation des couches et des informations (en-tête) de la table d'attributs pour une publication dans un guichet cartographique

C'est également dans *Layer Properties*, onglets *Labels*, qu'il est possible de régler l'affichage ou non d'un label pour l'élément représenté sur la carte, comme le nom de la remontée mécanique, par exemple.

Cette démarche s'applique indépendamment à chaque entité de classe, qu'ils s'agissent des alias ou de l'affichage des labels. Ces paramètres garantissent une certaine homogénéité dans la représentation des informations du guichet cartographique. En outre, comme le nom des classes

<sup>7</sup> Demande officielle des pictogrammes :

[http://www.schweizmobil.org/web/dms/schweizmobil/downloads/public/SchweizMobil/07\\_Logos-und-OeV-Piktos/2\\_Corporate\\_Design/Piktos\\_OeV\\_TP/Berechtigung\\_Piktos\\_V6\\_F.pdf](http://www.schweizmobil.org/web/dms/schweizmobil/downloads/public/SchweizMobil/07_Logos-und-OeV-Piktos/2_Corporate_Design/Piktos_OeV_TP/Berechtigung_Piktos_V6_F.pdf)

d'entité s'affiche dans le guichet cartographique, il est préférable de les modifier pour une meilleure compréhension.

Par défaut, les informations affichées avec l'outil « i » dans le guichet cartographique utilisent la présentation classique proposée par ESRI.

La diffusion du guichet cartographique est assurée par l'intermédiaire du logiciel ArcGIS for Server, installé directement sur les serveurs de la société. Les fichiers nécessaires pour la publication de la carte sont la Geodatabase qui contient l'ensemble des données et le fichier .mxd pour la mise en forme. La fonction *Publish a service*, disponible dans ArcMap accompagne la mise en ligne du guichet cartographique.

#### 4.6. Contraintes et limites

Lors de la préparation et du traitement des données, j'ai rencontré des contraintes et limites ayant nécessités des traitements complémentaires.

##### Guichet cartographique

- Les données fournies par le CC GEO (Centre de compétences Géomatique) n'étaient pas toujours actuelles, notamment la couche concernant les remontées mécaniques. La couche concernant le réseau ferroviaire présentait des erreurs avec un tracé non conforme à la réalité sur certains tronçons.
- Les données géographiques (emplacement des hôtels, services de base,...) fournies sous la forme de fichiers Excel par l'Office de Tourisme « Pays du St-Bernard » utilisaient le système de référence latitude/longitude (WGS1984 = traitement supplémentaire lors de l'importation). Cette remarque s'applique également pour les données obtenues de la part des entreprises TMR et Car Postal.
- Lors de la vérification des données sur le guichet cartographique, plusieurs erreurs d'emplacement se sont présentées, en raison d'erreurs présentes dans les fichiers fournis par l'Office du Tourisme « Pays du St-Bernard ».

##### Limites générales

- La création de la classe d'entité représentant les pistes de ski alpin s'est avérée particulièrement difficile en raison de l'absence d'informations fiables. Le degré d'exactitude des plans de pistes n'est pas suffisant. La difficulté a surtout concerné les pistes situées en dessus de la limite de la forêt.
- Les versions ArcGIS 10.0 et 10.2 ne reconnaissent pas pleinement le format de fichier .gpx, couramment utilisé par les GPS. Lors de l'importation des données concernant les sentiers raquettes, sentiers pédestres thématiques, VTT et ski de fond, j'ai transformé les fichiers .gpx en fichier .kml, entièrement supporté par ArcGIS.