

TRAVAIL PRATIQUE DE DIPLÔME

Étude et conception d'un système d'information à référence spatiale destiné à l'inventaire et à la gestion de sites à protéger



APPLICATION AU CANTON DE NEUCHÂTEL et en particulier à la commune de Gorgier

Philippe Calame

Professeur François Golay et Régis Caloz, responsables du suivi

Marc Riedo et Olivier Paschoud, assistants

Résumé

Une des tâches des collaborateurs de l'Office de la Conservation de la Nature du canton de Neuchâtel est la gestion des inventaires et des sites à protéger. Afin de faciliter cette gestion et d'augmenter les possibilités d'analyse, le conservateur de la nature envisage de créer un Système d'Information à Référence Spatiale.

Le thème général de ce travail repose sur la conception et l'élaboration d'un SIRS destiné à la conservation de la nature. Une attention particulière est portée sur l'homogénéité des données naturelles existantes, sur les problèmes de modélisation des milieux naturels et sur l'intégration dans le concept du système d'information fédératif cantonal. Ce rapport contient des ébauches de propositions d'amélioration des informations pour permettre des traitements cohérents sur l'ensemble du canton. Le travail comporte également la réalisation d'un prototype de SIRS répondant aux premières attentes des professionnels de la nature, à l'aide du logiciel MapInfo.

Table des matières

LISTE DES ILLUSTRATIONS	IV
LISTE DES ACRONYMES UTILISEES	V
REMERCIEMENTS	VI
1. INTRODUCTION	1
1.1 LE CONTEXTE DE CE PRÉSENT TRAVAIL.....	1
1.2 LE SITE DE L'ÉTUDE	2
2. NOTIONS DE SYSTÈME D'INFORMATION À RÉFÉRENCE SPATIALE (SIRS)	4
2.1 MÉTHODOLOGIE DE LA RÉALISATION DE SIRS.....	5
3. LE SYSTÈME D'INFORMATION DU TERRITOIRE NEUCHÂTELOIS (SITN)	7
3.1 CONTEXTE GÉNÉRAL DU SITN	7
3.1.1 <i>Principes du SITN</i>	8
3.2 MISE EN ŒUVRE DU SITN	8
3.2.1 <i>Architecture technique</i>	8
3.2.2 <i>Architecture des informations</i>	9
3.3 INTÉGRATION DES DONNÉES 'NATURE' DANS LE CONTEXTE SITN	10
3.4 RÔLE DES BUREAUX PRIVÉS DANS LE SITN.....	11
4. ANALYSE DES FONCTIONS ET DES BESOINS	13
4.1 LES FONCTIONS DE L'OFFICE DE LA CONSERVATION DE LA NATURE	13
4.1.1 <i>La gestion des biotopes et des réserves cantonales</i>	13
4.1.2 <i>L'application de la loi cantonale</i>	14
4.1.3 <i>La gestion des terrains bénéficiant de paiements écologiques</i>	14
4.2 LES BESOINS.....	14
4.2.1 <i>Les besoins pour le conservateur de la nature</i>	16
4.2.2 <i>Les besoins pour les bureaux privés</i>	17
4.2.3 <i>Les besoins pour les autres services</i>	18
5. ANALYSE DE L'INFORMATION	19
5.1 LA QUALITÉ DES DONNÉES	19
5.2 LES INFORMATIONS À DISPOSITION	22
5.2.1 <i>Les inventaires</i>	22
5.2.2 <i>Les zones d'aménagement du territoire</i>	30
5.2.3 <i>Les zones protégées</i>	32
5.2.4 <i>Les autres informations</i>	33

6. LA MODÉLISATION DES DONNÉES	37
6.1 LE MODÈLE CONCEPTUEL DE DONNÉES (MCD).....	37
6.1.1 Validation du modèle	40
6.2 LE MODÈLE LOGIQUE DES DONNÉES (MLD).....	40
7. RÉALISATION DU PROTOTYPE.....	43
7.1 CHOIX DU LOGICIEL DE PROTOTYPAGE.....	43
7.1.1 Le logiciel MapInfo.....	43
7.2 IMPLANTATION DU MODÈLE	45
7.2.1 Les inventaires	45
7.2.2 Les zones d'aménagement du territoire.....	49
7.2.3 Les zones protégées.....	50
7.3 L'EXPLOITATION DU PROTOTYPE	51
7.3.1 Gestion des inventaires	51
7.3.2 Application de la loi cantonale	56
7.3.3 Dictionnaire des données.....	57
8. PERSPECTIVES	59
9. CONCLUSION	60
BIBLIOGRAPHIE	61
LISTE DES ANNEXES.....	63

Liste des illustrations

COUVERTURE : PRAIRIE SECHE DANS L'EST DU JURA, TIRE DE [13]

CHAPITRE 1 : INTRODUCTION

Figure 1: situation de la commune de Gorgier 2

CHAPITRE 2 : NOTIONS DE SYSTEME D'INFORMATION A REFERENCE SPATIALE (SIRS)

Figure 2 : rôle d'un SIRS, d'après C. Caron, tiré de [Riedo 96] 4

Figure 3 : les deux étapes de modélisation de la réalité au méta-modèle, tiré de [Golay 92] 5

Tableau 1 : les étapes de la méthode MERISE..... 6

CHAPITRE 3 : LE SYSTEME D'INFORMATION DU TERRITOIRE NEUCHATELOIS (SITN)

Figure 4 : Partenariat ou SIRS institutionnel, d'après F. Golay..... 7

Figure 5 : architecture logiciel du SITN, selon [23]..... 9

Tableau 2 : couches des données géographiques de l'OCN, tiré de [24] 11

CHAPITRE 5 : ANALYSE DE L'INFORMATION

Figure 6 : incohérence sémantique : la cas de la 'largeur de route'..... 20

Tableau 3 : proposition d'attributs pour les inventaires nature..... 27

Figure 7 : l'apport d'une orthophoto dans un SIG 34

Tableau 4 : qualité des informations..... 35

CHAPITRE 6 : LA MODELISATION DES DONNEES

Figure 8 : modèle conceptuel retenu..... 39

Figure 9 : exemple de passage entre MCD et MLD, adapté de F. Golay et N. Rognon 40

Figure 10 : modèle logique retenu..... 42

CHAPITRE 7 : REALISATION DU PROTOTYPE

Figure 11 : les prairies maigres de Gorgier 45

Figure 12 : typologie des prairies maigres 46

Figure 13 : typologie des forêts..... 47

Figure 14 : types de géotopes..... 49

Figure 15 : représentation de l'inventaire de la flore 52

Figure 16 : problème de surcharge visuelle pour des petites échelles..... 53

Figure 17 : généralisation des éléments ponctuels des géotopes en petite surfaces..... 53

Figure 18 : généralisation par sélection des surfaces où se trouvent au moins quatre géotopes 53

Figure 19 : requête SQL pour rechercher les différentes espèces présentes..... 54

Figure 20 : exemple de graphique MapInfo - le cas des densités d'espèces florales 55

Figure 21 : mise en évidence des différences entre les inventaires le cas des prairies maigres 56

Figure 22 : exemple de sélection d'éléments à proximité d'une nouvelle construction..... 57

Figure 23 : liste des éléments à proximité d'une nouvelle construction..... 57

Figure 24 : Table manager de MapInfo..... 58

CHAPITRE 8 : PERSPECTIVES

Figure 25 : coût et durée de vie dans une SIG..... 59

Liste des acronymes utilisées

CSCF	Centre Suisse de Cartographie de la Faune
DGT	Département de la Gestion du Territoire, du canton de Neuchâtel
EPFL	Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne
LPN	Loi sur la Protection de la Nature
LSPN	Ligue Suisse pour la Protection de la Nature
maj	mise à jour
MCD	Modèle Conceptuel des Données
MLD	Modèle Logique des Données
MNT 25	Modèle Numérique de Terrain, avec maille de 25m, de l'OFT
OCN	Office de la Conservation de la Nature, du canton de Neuchâtel
ODBC	Object Data Base Connectivity
OFEFP	Office Fédéral de l'Environnement, des Forêts et du Paysage
OFT	Office Fédéral de la Topographie
REMO	REforme de la Mensuration Officielle
RF	Registre Foncier
SAT	Service de l'Aménagement du Territoire, du canton de Neuchâtel
SGBD	Système de Gestion de Base de Données
SIG	Système d'Information Géographique
SIRS	Système d'Information à Référence Spatiale
SIT	Système d'Information du Territoire
SITN	Système d'Information du Territoire Neuchâtelois
SMC	Service des Mensurations Cadastrales, du canton de Neuchâtel
SQL	Standard Query Language

Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont collaboré de quelconque manière à ce travail de diplôme ainsi que toutes celles qui m'ont soutenu pendant cette période.

Sans sous-estimer la part de chacun, je voudrais exprimer mes remerciements particuliers à

Régis Caloz, pour m'avoir proposé ce travail enrichissant et pour ses conseils avertis, sa patience et sa disponibilité pendant la durée de ce travail

Philippe Jacot-Descombes, conservateur de la nature du canton de Neuchâtel, et **Yvan Matthey**, directeur du bureau EcoConseil à la Chaux-de-Fonds, pour leur ouverture d'esprit, leur collaboration efficace et pour m'avoir rendu attentif aux problèmes de la gestion de la nature

Robert Husler, responsable du projet SITN, pour ses bons conseils

mes collègues diplômants et amis, pour leur soutien autant moral que technique et les soirées passées dans la bonne humeur

Anita Schaub, secrétaire du Département de Génie Rural, pour son soutien de tous les jours

et tout particulièrement

mes parents, pour leurs attentions, leur générosité et leurs encouragements durant la longue période de mes études.

1. Introduction

La gestion de l'espace naturel prend une place toujours plus importante dans notre société occidentale. L'importance de la protection des sites naturels n'est plus à démontrer dans un contexte où les nuisances s'amplifient et où les écosystèmes naturels se dégradent et se raréfient.

Depuis quelques décennies, une attention croissante est mise sur la protection des espaces naturels. Dans l'esprit de protéger les écosystèmes importants et les espèces en voie de disparition, le législateur a élaboré plusieurs lois qui imposent aux cantons d'effectuer des inventaires de la nature. A Neuchâtel, la responsabilité de ces inventaires incombe à l'Office de la Conservation de la Nature (OCN), qui a donné mandat à plusieurs bureaux privés d'écologues de dresser les inventaires de la faune, de la végétation et des sites à protéger. La gestion des inventaires et des sites à protéger pourrait trouver un nouvel élan par l'utilisation d'un Système d'Information à Référence Spatiale (SIRS).

Cette démarche informatique nécessite une rigueur et une qualité des informations que les inventaires actuels ne possèdent pas forcément. Il n'existe actuellement aucune démarche imposée ou uniformément appliquée pour dresser ces inventaires, à l'exception de quelques cas bien précis comme l'inventaire cantonal des prairies maigres. Faute de règles précises, les bureaux mandatés ont créé leur propre démarche de relevé et de classification. Dans la plupart des cas, il ne reste que la synthèse de l'analyse de terrain. Cette information synthétique peut paraître suffisante à la personne qui connaît bien le territoire, mais ne permet pas une gestion aisée des espèces et des sites à protéger. De plus, une vision régionale ou cantonale n'est pas possible, les méthodes de classification, de calcul ou de positionnement dans le terrain n'étant pas identiques.

1.1 Le contexte de ce présent travail

Le thème général de ce travail repose sur la conception et l'élaboration d'un SIRS destiné aux informations concernant la conservation de la nature avec l'hypothèse fondamentale que celui-ci s'intègre dans un SIRS général relatif au territoire.

Ce travail a été effectué en rapport étroit avec l'Office de la Conservation de la Nature, en la personne du conservateur Philippe Jacot-Descombes, le bureau d'écologues EcoConseil en la personne de Yvan Matthey ainsi qu'avec le responsable du projet du Système d'Information du Territoire Neuchâtelois (SITN), en la personne de Robert Husler. Cette concertation a permis de définir les souhaits et les contraintes de chacun dans un souci d'intégration des informations liées à la nature dans un contexte général de gestion du territoire.

Le but de ce travail n'est pas de fournir à l'OCN un SIRS opérationnel pour la gestion de la nature, mais d'explicitier les démarches et les possibilités d'un tel outil. Ce rapport fait la synthèse des problèmes liés à l'intégration des données des inventaires naturels dans un SIRS et propose quelques réponses. Les propositions formulées dans ce travail ont pour but de rendre attentif les professionnels de la nature à la notion de qualité des données et de leur permettre de lancer une démarche d'uniformisation et de structuration des données.

Ce travail tente également de répondre aux questions que peuvent se poser les professionnels de la nature par rapport aux possibilités des SIRS. A cet effet, une partie non négligeable de ce travail a été effectuée sur ordinateur et des exemples de traitements se trouvent expliqués en fin de ce rapport. Le prototype a été réalisé grâce au logiciel MapInfo.

Certains contenus de ce rapport peuvent être déjà connus des lecteurs. Néanmoins, ce rapport s'adressant autant aux spécialistes des SIRS qu'aux biologistes, il était nécessaire de définir les principes fondamentaux des systèmes d'information et d'explicitier le contexte neuchâtelois de la conservation de la nature.

1.2 Le site de l'étude

En raison de la durée du travail pratique de diplôme, il n'était pas possible de prendre en compte l'ensemble des données du territoire neuchâtelois. Le choix s'est porté sur la commune de Gorgier, principalement pour des raisons de diversités d'informations à disposition, déjà sous forme numérique.

Même si l'ensemble des cas réels du canton ne se retrouvent pas sur la commune de Gorgier, les informations à disposition offrent tout de même la possibilité de faire le tour des questions et des problèmes liés à la conservation de la nature et à sa gestion par un SIRS. Les données concernant les bas-marais, éléments caractéristiques des montagnes neuchâteloises, ne sont malheureusement pas traitées dans le cadre de ce travail, puisqu'aucun site marécageux ne se trouve sur la commune pilote.

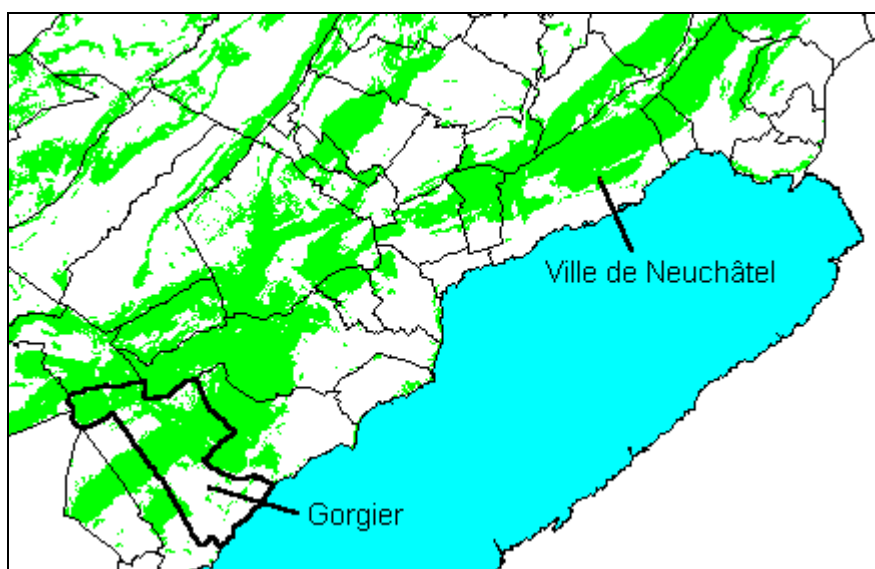


Figure 1: situation de la commune de Gorgier

Au début de ce travail, il était question également d'intégrer les informations pertinentes provenant des études d'impact du projet Rail 2000 et de celui de l'autoroute A5. Malheureusement, seuls les éléments de synthèse de ces études ont été retrouvés et ne permettent pas de les utiliser en raison d'une trop forte agrégation des données de terrain.

La commune de Gorgier se situe dans le district administratif de Boudry sur le littoral neuchâtelois. Elle s'étend du lac aux premières crêtes de la chaîne du Jura, puis redescend sur

l'autre versant en direction du Val de Travers. Au nord de la commune se trouve l'attraction géologique la plus surprenante du Pays de Neuchâtel à savoir l'immense cirque de rochers qu'on appelle le Creux-du-Van. Ce cirque et ses proches environs font partie de la réserve naturelle du Creux-du-Van et des gorges de l'Areuse; sa faune et sa flore sont particulièrement riches.

2. Notions de Système d'Information à Référence Spatiale (SIRS)

Les systèmes d'information à référence spatiale sont des "systèmes informatiques performants et adaptés aux besoins d'un ensemble d'utilisateurs qui ont des projets relatifs à la gestion, l'aménagement et la planification du **territoire**, et qui de ce fait ont des décisions à prendre." [Prelaz-Droux 1995].

Le SIRS s'intègre dans le cycle de gestion du territoire, sous forme d'outils d'aide à la décision.

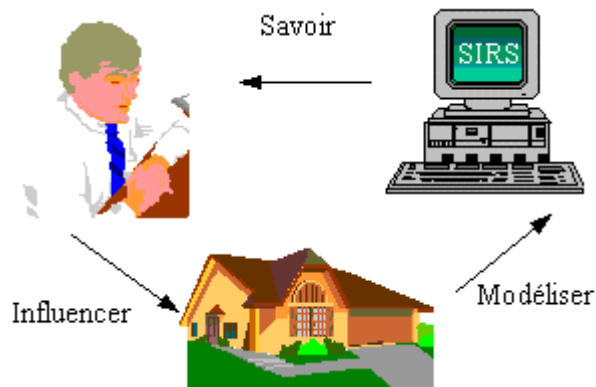


Figure 2 : rôle d'un SIRS, d'après C. Caron, tiré de [Riedo 96]

Certains auteurs font une distinction entre les Systèmes d'Information Géographique (SIG) et les Systèmes d'Information du Territoire (SIT). Le SIT s'apparente plus à un outil à vocation universelle, indépendant du but, qui permet d'analyser la structure générale. Ce sont généralement des systèmes lourds qui nécessitent une gestion quasi quotidienne. Le SIG prête généralement à une utilisation dans un but précis pour étudier un phénomène ponctuel [Miserez 1993].

Le SIT peut être également vu comme un outil principalement de traitement administratif des données à l'échelle cadastrale et le SIG comme un outils d'étude synthétique des activités et des milieux [Thériault 1995]. Le système à mettre en place pour la gestion de la nature du canton de Neuchâtel se trouve entre le SIT et le SIG, puisque le but est autant la gestion du territoire que l'analyse ponctuelle.

Les potentialités des SIRS sont décrites par Thériault (1992) :

"Le SIG est un ensemble de principes, de méthodes, d'instruments et de données à référence spatiale utilisés pour saisir, conserver, transformer, analyser, modéliser et cartographier les phénomènes et les processus distribués dans l'espace géographique. Les données sont analysées afin de produire l'information nécessaire pour aider les décideurs."

Les SIRS sont composés d'une base de données qui permet la gestion d'objets à référence spatiale et d'un Système de Gestion de la Base de Données (SGBD).

Selon C. Collet, un système de gestion de base de données est un ensemble de logiciels pour le stockage, la manipulation et la récupération de données contenues dans une base de

données. Il contrôle notamment les procédures de saisie, de stockage, d'interrogation, d'accès, de modification, de traitement, de diffusion et de protection des données, ainsi que les opérations d'indexation et de lecture/écriture multi-utilisateurs par exemple. Actuellement la grande majorité des SGBD sont relationnels, c'est-à-dire qu'ils permettent une gestion des relations qui existent entre les données.

La mise en place d'un tel système d'information nécessite une structuration d'un modèle de la réalité. Tout modèle nécessite une certaine abstraction afin de toujours permettre une compréhension et une maîtrise de celui-ci. On parle souvent de méta-modèle, une sorte de modèle du modèle qui permet le dialogue entre concepteurs et utilisateurs et qui sert de base à la réalisation technique du système [Golay 1992] (cf. Figure 3).

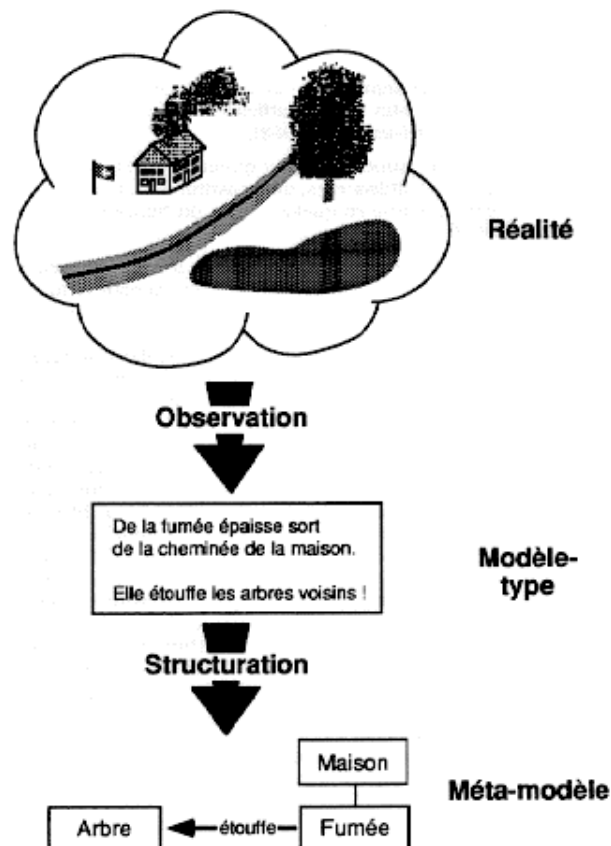


Figure 3 : les deux étapes de modélisation de la réalité au méta-modèle, tiré de [Golay 92]

La modélisation est une des étapes la plus importante dans la démarche de création d'un SIG, puisque c'est le modèle choisi qui va déterminer le contenu du SIRS.

2.1 Méthodologie de la réalisation de SIRS¹

La réalisation d'un SIRS requiert une approche méthodologique, afin de comprendre les problèmes et de les résoudre. Les méthodes obéissent généralement aux principes suivants :

¹ Selon [Golay 1994]

- délimitation claire du cadre de l'étude
- démarche allant du général au particulier
- démarche par étapes
- réflexion indépendante de toute solution informatique
- prise en compte de la réalité existante

La démarche de réalisation d'un SIRS est de longue haleine. Elle peut être découpée en quatre grandes phases : la planification, l'analyse, la conception et la construction/réalisation.

La grande majorité des méthodes utilisées se base sur la méthode MERISE, qui était initialement prévue pour la réalisation de systèmes d'information sans référence spatiale. Le tableau suivant résume les sept étapes de la démarche de la méthode MERISE.

Tableau 1 : les étapes de la méthode MERISE

Etape 1	le schéma directeur définit la planification à long terme et permet de préciser les domaines d'activité.
Etape 2	l'étude préalable est en quelque sorte l'étude de faisabilité des projets (aspect économique, impact sur l'organisme, évaluation des besoins, ...).
Etape 3	l'étude détaillée comporte la modélisation du système et le prototype, définit le mode de fonctionnement et implique les utilisateurs dans l'analyse des données existantes et dans la validation des solutions proposées
Etape 4	l'étude technique permet d'intégrer les composantes logicielles et de définir la démarche d'intégration des données.
Etape 5	la production de programmes permet de mettre en place l'ensemble des programmes informatiques pour la saisie des données, par exemple.
Etape 6	la mise en oeuvre permet la création de la base de données, par la saisie ou l'intégration de données existantes.
Etape 7	la maintenance est l'exploitation même du SIRS, par la saisie et la mise à jour des données, par la validation des choix effectués, par la redéfinition des modèles suite à une nouvelle réalité et par l'intégration de nouvelles fonctions.

Ce présent travail, pour des raisons de temps, ne peut pas remplir l'ensemble des étapes de la réalisation d'un SIRS. Seules les parties concernant l'analyse des besoins, l'analyse des données et la conception sont traitées dans ce rapport. Une gestion complète de la démarche se fait actuellement dans le cadre du Système d'Information du Territoire Neuchâtelois (SITN).

3. Le Système d'Information du Territoire Neuchâtelois (SITN)

Le système d'information du territoire neuchâtelois est basé sur un modèle de SIRS fédératif ou institutionnel par opposition à un SIRS associatif ou en partenariat (cf. Figure 4). C'est-à-dire qu'il s'articule autour d'une organisation de coordination institutionnalisée à laquelle participe chacun des partenaires.

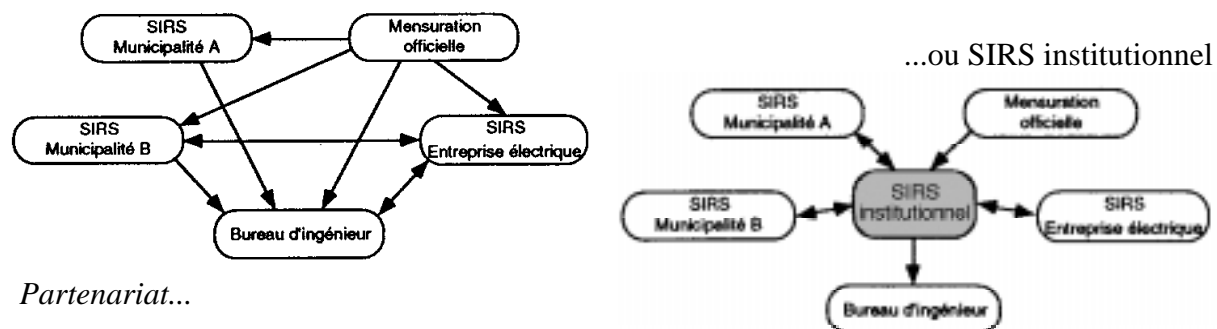


Figure 4 : Partenariat ou SIRS institutionnel, d'après F. Golay

Ce partenariat est constitué de différents services de l'administration neuchâteloise, de la ville de Neuchâtel, de la ville de la Chaux-de-Fonds et de la société des ingénieurs géomètres et du génie rural de l'arc jurassien. Ce regroupement permet de définir un seul concept, qui soit utilisable et utilisé par les principaux professionnels du territoire, de rationaliser la gestion des données et l'exploitation des outils de manière à améliorer l'efficacité d'ensemble et à favoriser la mise en œuvre de démarches interdisciplinaires. Le projet est sous la direction du Département de la Gestion du Territoire (DGT) et plus particulièrement piloté par le Service des Mensurations Cadastrales (SMC).

3.1 Contexte général du SITN

Suite à la REforme de la Mensuration Officielle (REMO) en 1987, le SMC s'est doté d'un équipement informatique dans le but d'éliminer les points faibles du cadastre et d'améliorer les prestations. A ce jour, prêt de la moitié des zones bâties du canton sont disponibles sous forme numérique.

Dans la suite logique de cette informatisation des données spatiales, le Conseil d'Etat a décidé, par un arrêté, de la réalisation progressive du système d'information du territoire neuchâtelois, en 1991.

Sans revenir sur les objectifs d'un SIT, la mission et le rôle principal du SITN sont de "...permettre d'assurer une maîtrise globale du développement du territoire cantonal dans ces multiples dimensions, notamment celle de la mise en valeur de sa qualité environnementale, et d'offrir à l'administration, ainsi qu'au secteur privé, un large ensemble d'information, d'outils d'analyse, d'instruments de gestion et d'aide à la décision." [SMC 96]

Actuellement, le SITN est en phase de développement. Un certain nombre de concepts ont été mis en place et seules quelques informations, relatives à la propriété foncière et à l'aménagement du territoire, sont disponibles sous ARGIS.

3.1.1 Principes du SITN

Selon l'arrêté du 16 octobre 1991, les principes du SITN sont les suivants :

- a) adaptation des exigences fédérales de la REMO au contexte neuchâtelois en coordonnant la gestion des données territoriales et en améliorant les prestations offertes
- b) création d'un système ouvert résultant d'une collaboration des services publics et impliquant la décentralisation et la répartition des postes de travail, **les données étant placées sous la responsabilité des services qui ont la charge de les gérer**
- c) constitution d'un partenariat permettant (...) d'échanger les compétences scientifiques (...) et d'augmenter la productivité par interaction dynamique de mise en valeur de projets isolés dans une communauté d'intérêts
- d) réalisation d'un système **par étapes** en ménageant son ouverture à d'autres services que ceux associés au démarrage du projet, ainsi qu'au secteur privé, et en adaptant son évolution et ses objectifs au rythme des partenaires dans un souci d'efficacité
- e) utilisation des technologies de l'informatique (...) pour construire un système qui soit conforme au partage des responsabilités entre partenaires (...) et qui permette **d'améliorer la qualité des informations, de faciliter et d'accélérer l'accès aux données, d'éliminer les tâches redondantes, de garantir une meilleure fiabilité et sécurité des informations, d'assurer une utilisation optimale des ressources et des compétences.**

3.2 Mise en œuvre du SITN

La mise en œuvre du SITN est progressive et ouverte à d'autres utilisateurs potentiels. Cette mise en place se base sur l'approche d'une architecture technique et d'une architecture des informations. L'architecture technique tient compte de l'infrastructure matérielle et du mode d'organisation des différentes bases de données du SITN et l'architecture des informations permet de garantir un modèle global et cohérent ainsi que de développer des applications d'intérêt général et 'métier'. Les applications 'métier' sont des applications propres à chaque partenaire.

3.2.1 Architecture technique

Dans une volonté de gérer les coûts et de ne pas imposer de système trop lourd pour les utilisateurs, il a été proposé l'utilisation conjointe d'un serveur de base de données pour les informations d'intérêt général à l'administration et l'emploi de PC pour la réalisation de projets particuliers aux services. Le centre de compétences géomatiques, sous l'égide du SMC, met à disposition sur un serveur NT les couches de base permettant de réaliser

des projets PC. Des périphériques lourds sont également répartis dans les différents services du DGT (cf. Figure 5).

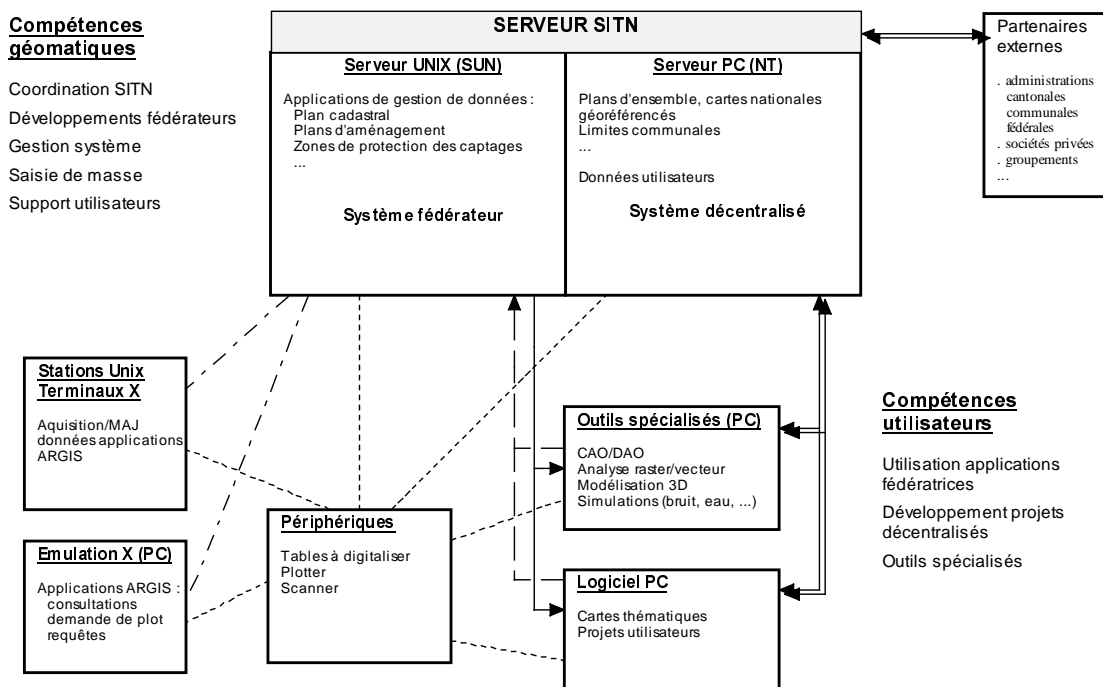


Figure 5 : architecture logicielle du SITN, selon [23]

- Le **serveur UNIX (ARGIS)** contient les bases de données cadastrales, les bases de données du Service de l'Aménagement du Territoire (SAT) ainsi que d'autres données d'intérêt général.
- Le **serveur PC (MapInfo)** contient les couches de base permettant de réaliser les cartes thématiques et des projets sur MapInfo. Le serveur permet également de stocker les données 'métier' des différents services de manière sécurisée. Ces données, selon les cas, sont remontées sous ARGIS afin d'être consolidées.
- Le **logiciel PC (MapInfo)** permet aux utilisateurs des différents services de créer leurs projets et leurs cartes thématiques.

En plus de cette infrastructure, il est prévu l'intégration, au niveau des utilisateurs, d'outils spécialisés (CAO/DAO, analyse raster/vecteur, modélisation 3D, simulation, ...) en fonction des besoins de chacun. Certaines des données provenant des ces outils spécifiques peuvent présenter un intérêt général et être remontées au besoin vers les serveurs ARGIS et MapInfo.

3.2.2 Architecture des informations

La démarche du SITN a permis, avant même d'avoir défini une stratégie globale, de créer un catalogue des données de l'ensemble des services partenaires (cf. *Annexe Erreur! Argument de commutateur inconnu.*).

L'inventaire de ces plans a permis d'élaborer un modèle de données. Le modèle est conçu sous la forme de couches thématiques réparties par thèmes et sous-thèmes. La recherche d'informations concernant un ou plusieurs objets est donc facilitée par cette classification thématique. De plus, chaque objet est inscrit dans le dictionnaire des données qui renseigne les utilisateurs quant à la description et la précision de l'objet, par exemple.

Un inventaire des traitements a également été effectué. Il en ressort que l'utilisation de couches provenant d'autres services est courante, que se soit en utilisation sans modification comme les fonds de plans ou que se soit en transformant les informations. Toutefois, il apparaît que la majorité des données ne recouvre qu'une partie du territoire cantonal, il est donc prévu d'associer une carte synoptique pour chaque donnée.

Actuellement bon nombre de partenaires du SITN possèdent des données sur le territoire. Il existe un risque qu'on assiste à une éclosion d'une série de petits systèmes d'informations sans qu'il n'y ait eu au préalable un concept global défini. Ces systèmes seraient donc peu capables de communiquer entre eux. C'est pourquoi il est important d'intégrer les données de l'OCN dans le concept global du SITN.

3.3 Intégration des données 'nature' dans le contexte SITN

L'office cantonal de la conservation de la nature possède actuellement beaucoup de données géographiques, que se soit sous forme 'papier' ou numérique, qu'il serait bon d'intégrer dans le SITN. En effet, d'après l'étude des besoins des différents partenaires du projet, il ressort que certaines informations de l'OCN servent de base à d'autres services de l'Etat (*cf. Tableau 2*).

Dans l'esprit du SITN, il convient de digitaliser les nouvelles couches en se basant sur les fonds de plans numériques existants et sur les autres couches de bases. En effet, il est préférable de structurer directement les objets géographiques en respectant la topologie d'adjacence afin d'éviter des incohérences dans la gestion de la base de données. On remarque que les données de l'OCN ne sont pas ou peu cohérentes du point de vue de la topologie, du fait de leur provenance diverse et des différents modes de saisies.

Mais, le point qui semble être le plus important pour l'intégration des couches de l'OCN est l'uniformité dans les données d'une même couche. En effet, comme il sera montré plus loin dans ce rapport, faute de procédures acceptées par l'ensemble des partenaires de l'OCN, les méthodes de relevé des inventaires natures, et donc les informations disponibles, sont extrêmement diverses. Il devient donc presque impossible de comparer les résultats d'une commune à l'autre. Le conservateur de la nature peut interpréter les résultats grâce à ses connaissances des milieux et par ses nombreux contacts avec les bureaux d'écologues. A l'opposé, un bon nombre de partenaires du SITN en seront totalement incapables. Un modèle unique, expliqué dans un rapport ou dans le dictionnaire des données, permettrait à l'ensemble des partenaires de pouvoir interpréter les informations et de se comprendre.

Tableau 2 : couches des données géographiques de l'OCN, tiré de [24]

	C a t é g o r i e P r i o r i t é d e l' O C N	N b d e s e r v i c e s c o n c e r n é s e t p r i o r i t é s				
		0	1	2	3	t o t a l
Inventaires fédéraux	F 0		2		1	3
Inventaire des objets naturels	F 0		2	1	2	5
Gestion des milieux naturels	D 0			1		1
Limites communales 1:5'000	F 0		5			5
Production agricole	F 0		1	1		2
Inventaire des prairies maigres	D 0		2	1		3
Utilisation du domaine public et privé de l'I	D 1		1	4	1	6
Zones protégées par l'OCN	F 1		1		2	3
Inventaires des objets géologiques	D 1		1		1	2
Terrains bénéficiaires de paiements écolog	F 1		1	2	1	4
Inventaire des sites naturels	D 2		2		2	4
Inventaire floristique et faunistique	D 2		1		1	2
Inventaire des types paysagers	D 2		2		1	3

Catégorie : F = application à réaliser en priorité dans le cadre du système fédérateur du SITN
D = application pouvant être réalisée temporairement sur un système décentralisé

Priorité : 0 = en cours/terminé, 1 = application à réaliser dans un délai d'une année
2 = application à réaliser d'ici 3 ans, 3 = réalisation ultérieure à 3 ans, x = inconnue

Une attention particulière devra être portée à la notion de propriété intellectuelle de l'information et de sa diffusion au sein du SITN et aux particuliers. En effet, l'office de la conservation de la nature possède actuellement un nombre important de bases de données et inventaires provenant de l'OFEFP. Ces informations sont actuellement uniquement à usage interne de l'OCN et un accord doit être trouvé avec la Confédération.

3.4 Rôle des bureaux privés dans le SITN

Le projet du SITN n'est pas uniquement une affaire de service public. En effet, la gestion et l'équipement du territoire sont effectués autant par des bureaux privés que par les services de l'Etat et des communes. Il serait donc peu cohérent que les partenaires privés n'aient pas accès à ces informations. D'autant plus, que certaines tâches du ressort des services publics sont exécutées par les bureaux privés.

Dans le cadre de la conservation de la nature, ce sont les bureaux d'écologues qui effectuent une bonne partie des relevés sur le terrain. Dans un souci de rationalité et de cohérence, il paraît plus judicieux de laisser à ces bureaux la mission de numérisation des données, ce qui est déjà le cas actuellement.

Afin de garantir une bonne qualité des informations il est évident que la digitalisation des travaux de terrains doit se faire dans un respect de la topologie et d'uniformisation des données. Pour respecter une bonne représentation spatiale, il est nécessaire aux bureaux privés d'avoir à disposition les couches de bases (fonds de cartes raster, couche cadastrale, autres couches 'nature', ...) sur leurs propres outils informatiques. De même, dans un souci de

cohérence des informations, les professionnels devront se rattacher aux données existantes du SITN. Le respect du dictionnaire des données est indispensable, afin que toutes les informations possèdent la même définition sur l'ensemble du territoire.

Il paraît donc judicieux que tous les professionnels du territoire fassent partie du SITN, qu'ils puissent avoir accès aux informations, ou en partie du moins, et qu'ils puissent intégrer le résultat de leur travail dans le système fédératif cantonal. La responsabilité de ces informations saisies par les bureaux privés doit rester en mains des services cantonaux ou communaux qui ont mandaté le travail, ceci dans un souci de gestion globale et de vérification de ces données, conformément au principe du SITN.

Les bureaux privés d'écologues devraient dans un premier temps collaborer avec l'OCN à la normalisation des informations sur la nature. Le point de vue du conservateur est de laisser aux écologues la responsabilité de cette uniformisation, conscient du fait que vue leur connaissance du terrain et des problèmes qu'ils ont rencontrés dans leurs démarches de relevés, de classification ou de numérisation, ils sont à même de pouvoir proposer une démarche unique pour chaque inventaire. En effet, une méthode uniquement proposée par le conservateur de la nature rencontrerait vite des problèmes d'exécution dans certains cas peu courants. De leur côté, les écologues estiment également qu'ils doivent proposer des normes pour les relevés naturels. Néanmoins, faute de temps à disposition, aucune normalisation n'est à l'étude actuellement. Dans une volonté de faire avancer le processus, le bureau EcoConseil a pris la ferme décision de proposer de nouvelles classes de type d'éléments naturels pour les inventaires 'nature', constatant que la typologie de la Ligue Suisse pour la Protection de la Nature (LSPN) ne tenait pas compte de toutes les particularités neuchâteloises. La collaboration étroite entre le bureau EcoConseil et l'OCN devrait déboucher prochainement sur une première ébauche de normalisation.

Cette démarche d'uniformisation des informations sur la nature est le rôle le plus important que peuvent avoir les bureaux privés dans la construction du SIRS cantonal. Plus tôt sera effectuée cette démarche plus tôt les professionnels de la nature pourront en profiter.

4. Analyse des fonctions et des besoins

Afin de proposer une modélisation adéquate des données et des traitements, il est impératif de connaître les fonctions et les méthodes de travail de l'organisme mandataire ainsi que ses besoins.

4.1 Les fonctions de l'office de la conservation de la nature

Selon le règlement d'exécution de la loi sur la protection de la nature, les fonctions de l'office de la conservation de la nature sont :

- a) l'examen des questions liées à la protection de la nature
- b) la surveillance et la gestion des réserves naturelles, des biotopes et des rives sauvages
- c) la liaison avec les organisations privées intéressées à la protection de la nature.

En plus des fonctions précitées l'OCN est responsable de la gestion des concessions d'utilisation des rives et des bien-fonds de l'Etat ainsi que de la gestion des terrains bénéficiant de paiements écologiques, au sens de la loi sur la protection de la nature.

4.1.1 La gestion des biotopes et des réserves cantonales

Actuellement, faute de disponibilité, il n'y a pas de véritable gestion des biotopes et des réserves. Le conservateur privilégie actuellement les rapports directs avec les propriétaires fonciers, les communes et les associations écologiques. Il incite les agriculteurs à un entretien respectueux du milieu, quand la loi fait défaut. Des contrats d'exploitation sont signés, dans certains cas, afin de déléguer les tâches d'entretiens aux associations, aux communes ou aux agriculteurs.

Il faut préciser, qu'une partie des milieux écologiques ne sont pas protégés légalement. On constate donc une disparition de certains d'entre eux.

Actuellement, seule la gestion des marais, éléments naturels caractéristiques des montagnes neuchâteloises, est effectuée par une analyse de l'évolution et par un entretien au coup par coup. La conjoncture économique actuelle permet au conservateur d'engager des chômeurs pour l'entretien et la revitalisation de certains d'entre eux.

Malgré une multitude de données à disposition, il n'y a actuellement aucune analyse de l'évolution des autres milieux naturels. En effet, depuis fort longtemps des données naturelles sont relevées sur le territoire, mais malheureusement elles sont éparpillées, voire perdues. Provenant de sources diverses, ces données sont souvent imprécises du point de vue sémantique, peu fiables voire même fausses. Il n'est donc pas possible d'utiliser ces données à des fins d'analyse précise de l'évolution d'un milieu, mais elles permettent tout de même d'avoir une vision d'ensemble de l'évolution de la nature dans une région donnée.

Dans l'état actuel, on ne peut pas vraiment parler de gestion des biotopes et des inventaires. Ce travail permettra peut-être de lancer un processus de modélisation de ces milieux et des données y relatives, afin de pouvoir gérer à moyen terme ces écosystèmes.

4.1.2 L'application de la loi cantonale

Selon la loi sur la protection de la nature du canton de Neuchâtel, le conservateur doit empêcher la destruction et les atteintes trop fortes aux associations et espèces végétales rares. Son préavis est requis lors des modifications du plan d'aménagement, de nouvelles constructions ou d'études d'impact.

Ses décisions devant être justifiées, le conservateur de la nature se base essentiellement sur les plans et inventaires existants et sa connaissance personnelle des milieux.

4.1.3 La gestion des terrains bénéficiant de paiements écologiques

L'OCN est chargé de gérer les subventions pour une utilisation adéquate et pour l'entretien des milieux naturels du canton, conformément à la Loi sur la Protection de la Nature (LPN). Pour cela, il prévoit des conventions de protection avec les propriétaires ou les agriculteurs. Ces conventions prévoient des restrictions d'utilisation et des obligations d'entretien adapté. Le contenu de telles conventions est adapté de cas en cas. Ces contrats ne sont actuellement pas nombreux.

Il existe en Suisse un autre type de paiements écologiques, lié l'article 31b de la loi fédérale sur l'agriculture. Ce sont des terrains que l'agriculteur accepte d'entretenir au lieu d'exploiter. L'OCN essaie, dans la mesure de ses possibilités, de convaincre certains agriculteurs de répartir différemment ce type de terrains sur leurs bien-fonds, dans le but de protéger les terrains qui ont une valeur écologique plus importante. Car actuellement, c'est l'agriculteur qui choisit l'emplacement des terrains pour lesquels il désire toucher des subventions.

4.2 Les besoins

La tâche de gestion des milieux naturels du conservateur de la nature, est actuellement difficile à cause de la grande diversité des données existantes. Certaines opérations sont même irréalisables faute de temps à disposition. Avant l'introduction des données informatisées, il était rare que l'ensemble des inventaires soient consultés lors de demande de préavis pour de nouvelles constructions.

L'OCN s'est donc doté tout récemment d'un système informatique qui lui permet d'accéder plus rapidement aux informations, qui proviennent de sources nombreuses et différentes, de pouvoir les modifier facilement, de tirer des plans sur papier en fonction de chaque besoin et de pouvoir effectuer de nouveaux traitements de manière simplifiée. Dans un premier temps, c'est principalement l'outil cartographique qui est désiré. En effet, la gestion des milieux naturels se fait principalement par contact auprès des communes, des autres services de l'Etat ou des propriétaires fonciers, où le plan sert très souvent de base à la discussion.

Dans le même ordre d'idée, le logiciel doit être à même de visualiser des fonds de plan raster, afin de faciliter la localisation dans l'espace par rapport aux éléments du territoire, tels les routes, les bâtiments et la topographie. L'intégration d'orthophotos numériques serait un plus. En effet, une multitude d'informations naturelles, non inventoriées, peut ainsi être interprétée. Un compromis entre la précision de telles images et la taille des fichiers doit être trouvé, afin d'éviter des temps de chargement de l'image trop longs et des problèmes de stockage. Régulièrement, l'Etat de Neuchâtel fait effectuer un vol photogrammétrique sur l'ensemble du territoire neuchâtelois à l'échelle approximative du 1:15'000. Ces photos aériennes devraient pouvoir servir à l'élaboration de ces orthophotos.

L'OCN désire connaître les possibilités de gestion des données natures sous le logiciel MapInfo, qui est devenu le logiciel de SIG pour les services du Département de la Gestion du Territoire. Le prototype de ce travail étant développé sous ce même logiciel, il permettra de montrer un aperçu des possibilités de traitement.

Un autre souci informatique de l'OCN est de pouvoir récupérer les données numériques existantes provenant d'autres logiciels; il s'agit en particulier de :

- **ArcInfo**, pour les données provenant de la Confédération, en particulier les inventaires fédéraux sous la responsabilité de l'Office Fédérale de l'Environnement, des Forêts et du Paysage (OFEFP).
- **ArcView**, pour les couches provenant de certains bureaux d'écologues, en particulier du bureau EcoConseil.
- **ARGIS**, pour les données digitalisées par le Service de l'Aménagement du Territoire (SAT) ou par le SMC. Il s'agit en général de données légalisées.
- **Excel**, pour certains inventaires universitaires.
- **Access**, pour toute les données bibliographiques.

Pour ce qui est des données provenant de logiciels de SIG/SIT, il existe actuellement une multitude de convertisseurs de format. Par contre, les logiciels lourds qui sont de véritables SGBD, comme ARGIS et ArcInfo, ne gèrent pas de la même façon la topologie des objets géographiques. De ce fait, ce n'est que le plus petit dénominateur commun des deux logiciels qui peut-être transféré, et une partie de l'information topologique est perdue dans le transfert. Ceci ne porte, semble-t-il, pas à conséquence dans le cadre de ce travail.

L'intégration des données provenant d'Access ou d'Excel ne pose aucun problème, puisque leur structure tabulaire permet une intégration directe dans le logiciel par les liens ODBC (Object Data Base Conectivity).

Un des critères prépondérants d'utilisation d'un tel outil informatique, est la facilité d'utilisation. Après une courte formation, le personnel de l'OCN doit pouvoir effectuer l'ensemble des opérations de mise à jour de la base, soit par digitalisation, scanérisation ou par intégration des données externes, et doit être à même de modifier la base existante.

Il est prévu, dans le projet SITN, de mettre à disposition des utilisateurs des périphériques grand format, tels qu'une table à digitaliser, un plotter A0 et un scanner. Le bureau de l'OCN

se trouvant à La Chaux-de-Fonds, l'achat en collaboration avec d'autres services décentralisés de l'Etat d'une table à digitaliser et d'un plotter devrait être envisagé, pour éviter une perte de temps dans les déplacements.

Des possibilités d'automatiser, en partie ou totalement, des fonctions répétitives doivent être envisagées afin de ne pas perdre de temps et de simplifier la procédure. Des routines doivent permettre à l'utilisateur d'effectuer des recherches complexes sans devoir se rappeler la forme des requêtes.

Le logiciel devrait offrir une certaine sécurité quant à la protection des données, autant d'un point de vue d'accès à l'information que d'un point de vue d'impossibilité de modifier ou de détruire des informations par mégarde. Il devrait être possible de contrôler le type d'accès avec un mot de passe différent pour l'utilisation de celui pour la modification.

Ce SIG, basé sur les informations naturelles doit être autant un outil de travail pour la conservation de la nature au niveau de l'administration que pour les partenaires privés dans leurs tâches d'inventaires pour l'OCN et dans leurs projets strictement privés.

4.2.1 Les besoins pour le conservateur de la nature

- **la gestion des inventaires**

Afin de pouvoir protéger l'écosystème en connaissance de cause, le gestionnaire de la nature doit avant tout effectuer des relevés d'espèces végétales et animales mais aussi des milieux biologiquement intéressants. Actuellement, bien que quelques données concernant la faune soient connues et inventoriées, la gestion des inventaires ne s'effectue que sur les espèces botaniques, les milieux et les éléments géologiques. En effet, la faune n'est pas encore inventoriée systématiquement sur l'ensemble du territoire, mais plus souvent lors de projets et études ponctuels. Les inventaires de la commune de Gorgier ont tous l'avantage d'être géoréférencés, ce qui permet une analyse supplémentaire sur la répartition territoriale.

La gestion des inventaires nécessite non seulement de connaître le nombre d'individus par espèces sur un territoire donné mais également de connaître leur répartition, leur densité, de pouvoir comparer des espèces ou des milieux entre eux ou par commune par exemple. Le conservateur de la nature doit donc pouvoir effectuer des statistiques rapidement et aisément. Une représentation schématisée, sous forme de graphiques par exemple, doit être possible afin de faire ressortir facilement les points importants. Il doit également exister des possibilités de calculs liés aux surfaces (*cf. Annexe Erreur! Argument de commutateur inconnu. : liste des analyses souhaitées par l'OCN*).

Les besoins en termes de possibilités informatiques sont principalement des outils d'analyse spatiale simplifiée et de statistique (répartitions, densités, rapport de surfaces, comptage, diversité, ...). Le traitement multicouche doit pouvoir mettre en avant certaines interactions entre les milieux et les espèces.

- **l'application de la loi cantonale**

Le conservateur doit donner son préavis lors de demandes de permis de construire, de proposition de nouveaux plans d'aménagement du territoire ou lors d'études d'impact. Pour ce faire, il doit pouvoir rechercher l'ensemble des espèces et des milieux se trouvant dans une zone donnée. La recherche par zone tampon autour d'un point doit être possible. L'affichage des espèces et des milieux sélectionnés doit se faire autant du point de vue cartographique que du point de vue alphanumérique sous la forme d'une liste. Une mise en évidence des espèces et des écosystèmes rares serait un plus non négligeable. Une liste n'est pas suffisante pour évaluer la situation, des données topographiques et une vision d'ensembles sont nécessaires. De ce fait, l'intégration d'orthophotos numériques et du plan d'ensemble raster permettrait de compléter les informations nécessaires à l'analyse de la situation.

- **la gestion des paiements écologiques**

Une des tâches du conservateur de la nature est la gestion des terrains bénéficiant de paiements écologiques en application de la LPN. Actuellement, seule une vérification de l'application des contrats est effectuée. Néanmoins, il serait fort utile de pouvoir déterminer quels sont les terrains qui doivent être préservés en priorité par des conventions. Les critères de priorité une fois établis, la recherche de ces terrains serait possible.

Dans un souci de mieux gérer les paiements écologique selon la loi sur l'agriculture, le conservateur devrait pouvoir suggérer aux agriculteurs les terrains qui se prêtent mieux à une utilisation écologique. Pour ce faire, il doit connaître la répartition spatiale de l'ensemble des parcelles de l'agriculteur afin de pouvoir estimer lesquelles s'intègrent le mieux dans une continuité écologique entre milieux et dans lesquelles se trouvent des espèces ou des milieux dignes de protection. Il doit être donc possible d'intégrer le registre foncier en relation avec le plan cadastral, dans la base de données.

4.2.2 Les besoins pour les bureaux privés

Les bureaux d'écologues ou de biologistes sont mandatés par l'administration pour effectuer les différents inventaires fédéraux, cantonaux et communaux ayant trait à la nature. La connaissance des inventaires précédents offre l'avantage de simplifier le travail des biologistes sur le terrain. Des plans comportant les relevés des différents milieux naturels et les inventaires permettraient de se rendre directement aux 'bons' endroits. Une partie du temps actuellement consacré à la localisation du milieu pourrait ainsi être consacrée à une étude plus approfondie du milieu, des espèces et des interactions entre eux.

L'impression des plans dans les bureaux permettrait également de réaliser un gain de temps non négligeable.

La connaissance du contenu des inventaires et la possibilité de faire des recherches ciblées seraient un outil également utile lors de projets 'privés' comme les études

d'impact ou les avant-projets routiers. Lors de telles applications, il serait souhaitable qu'une interrogation avec le registre foncier soit possible afin de connaître les propriétaires concernés.

Ce n'est donc pas seulement le résultat papier qui intéresse les partenaires privés, mais bien réellement les bases de données géographiques afin de permettre des interrogations et de greffer des projets sur la base des informations de la nature.

Une procédure d'accès à ces données doit être étudiée. Il pourrait s'agir d'un accès à une partie du serveur cantonal pour charger les éléments nécessaires à leur travail.², d'un 'guichet' auprès de l'OCN ou d'un autre service qui serait à même de fournir ces informations ou encore de la mise à disposition d'une copie de la base informatique auprès des bureaux. La question de la propriété de ces informations et de la protection de certaines données doit être examinée avant toute diffusion dans les milieux privés³.

Les partenaires privés doivent être à même de pouvoir créer eux-mêmes des petites applications pour leurs traitements sur la base de données.

4.2.3 Les besoins pour les autres services

Les inventaires naturels sont une source d'informations non négligeable pour d'autres services, en particulier pour l'OFEFP et le CSCF. Ces organes travaillant sous les logiciels ArcInfo et ArcView, il est souhaitable que les données provenant des différents inventaires cantonaux puisse être utilisées dans les bases de données de la Confédération, notamment à des fins statistiques. L'évaluation des besoins de traitements de ces services ne rentre pas dans le cadre de ce travail. Par contre, il est important de fournir les méta-données⁴, en complément des données elles-mêmes. En effet, les utilisateurs potentiels ne connaissent pas forcément les démarches de chaque canton, des malentendus pourraient être source d'erreurs d'interprétation.

² voir à ce propos le projet de l'ASIT-VD (Association pour le SIT - Vaud) : [Prélaz-Droux 95] pp.129-140, [Prélaz-Droux 97] et les nombreux rapports disponibles sur le serveur de l'ASIT-VD sur internet (<http://dgrwww.epfl.ch/GERMINAL/ASIT/fiches/menu-df.html>)

³ voir à ce propos l'article du préposé fédéral suppléant à la protection des données [Walter 97]

⁴ les méta-données sont les informations sur les données (historique, but de la saisie, méthode de saisie, auteur, date, documents et données de base, précision, territoire couvert, ...). Lire à ce propos le paragraphe sur la qualité des données (§5.1)

5. Analyse de l'information

C'est en premier lieu l'analyse des informations existantes, que ce soit sous forme numérique ou non, qui va déterminer la modélisation du SIG. Les données existantes s'avèrent souvent de mauvaise qualité, autant sur le plan sémantique que sur le plan de la précision de la géoréférence. Il est donc important de clarifier les informations avant toute démarche de modélisation.

5.1 La qualité des données⁵

Un problème souvent rencontré dans la modélisation des informations concernant l'environnement est le manque de qualité de celles-ci, du fait de leurs sources extrêmement diverses. Dans le canton de Neuchâtel, on remarque que les différents services qui traitent des informations sur l'environnement ne sont souvent que dépositaires des données sans en être les producteurs. Cette multitude de sources ne peut que créer des ambiguïtés sur l'interprétabilité des résultats.

Comme le signale J.-P. Miserez (1993), "*une mauvaise information n'est pas une information de mauvaise qualité, c'est une information dont la qualité n'est pas connue*". L'information sur la qualité est donc indissociable de l'information elle-même.

La plupart des auteurs définissent deux types de qualité des données : la qualité géométrique et la qualité sémantique. Les problèmes de précisions géographiques sont connus depuis longtemps, en particulier par les géomètres, mais la notion de qualité sémantique est plus récente.

Les normes ou les projets de normes définissent plusieurs composantes de qualité; en particulier est énuméré ci-dessous le standard proposé par le National Committee for Digital Cartographic Data standards (NCDCDS) des Etats-Unis.

- **la généalogie**

Le fait de posséder des informations sans en connaître la source, la définition ou le but recherché ne permet guère de les utiliser convenablement. Il est nécessaire de connaître l'historique des données (la source des données, la méthode de saisie, la date, les différents traitements appliqués, les auteurs/opérateurs et le système de coordonnées).

- **la précision de la position**

De par la diversité des professionnels du territoire qui travaillent à des échelles cartographiques différentes (du 1:1'000 pour le géomètre au 1:25'000 pour certains types de relevés biologiques) la précision des entités géographiques varie fortement. Des

⁵ voir à ce propos [Burrough 1986], [Goodchild 1995], [Brassel & al. 1995], [Dale 1992], [Caloz 1996] et [Azouzi 1996]

imprécisions dans le tracé de frontière peut également se rencontrer lors de mesure par échantillonnage.

- **la précision des attributs**

Les valeurs des attributs peuvent être de trois types : nominal, ordinal et cardinal. Pour les valeurs cardinales, la notion de précision est connue et peut être exprimée facilement par des calculs statistiques. Pour ce qui est des valeurs nominales ou ordinales, cette notion de précision n'est plus évidente et il est donc important de définir correctement la classification.

Les attributs peuvent résulter d'une appréciation de l'expert. Or l'affectation d'un objet à un type de classe est donc parfois différente d'un expert à l'autre. Le recours à des attributs résultants d'une synthèse est source d'imprécision lorsque les méthodes diffèrent. Des erreurs d'interprétations peuvent également résulter d'une discrétisation d'attributs continus.

- **la cohérence logique**

La notion de cohérence peut être assimilée à celle d'intégrité, couramment utilisée dans les SGBD. Dans les SIRS, on y rajoute la notion de topologie qui traite de la cohérence des connexions géographiques entre les éléments.

De plus, on a souvent considéré une valeur unique et homogène d'un attribut sur l'ensemble d'une zone, ce qui est rarement le cas dans les milieux naturels.

On peut également parler de cohérence sémantique des définitions des attributs. "*Dans ce domaine, il faut être attentif au vocabulaire employé, vocabulaire flou et commun, permettant parfois d'éviter de se poser des questions de définition, mais aussi parfois vocabulaire érotérique, ayant un très fort taux d'originalité*" [Miserez 1993]. L'exemple de J.-J. Chevalier présente les diverses significations du terme 'largeur de route' :

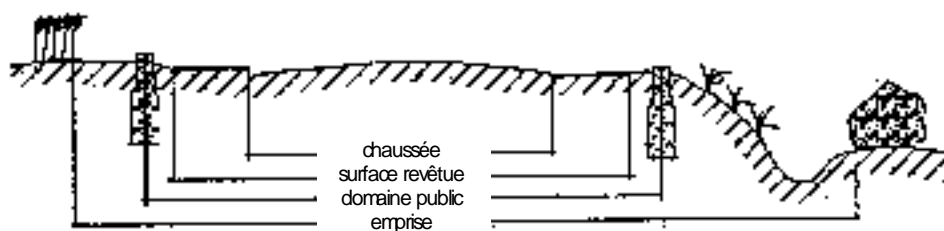


Figure 6 : incohérence sémantique : la cas de la 'largeur de route'

On peut également inclure dans cette rubrique la notion d'exactitude de la valeur saisie. Par exemple, dans le domaine de l'environnement, les espèces ou les milieux naturels sont souvent inventoriés par un numéro de classe. Cette manière de stocker l'information est source d'erreur de classification. En effet, il est facile d'invertir deux chiffres dans un nombre (le cas est flagrant dans le cadre de l'inventaire cantonal des prairies maigres). Il est facile de corriger ces erreurs lorsque la valeur est hors des classes

attendues, mais devient presque impossible lorsque la valeur fautive est une valeur plausible.

De plus, on peut trouver un groupe d'objets ponctuels réunis dans un polygone. Ceci est acceptable pour autant que l'objet soit défini comme tel. Par exemple, le cas d'arbres isolés réunis dans une surface n'a pas de sens si la valeur *arbre isolé* est introduite au lieu de *groupe d'arbres isolés*.

- **la complétude ou exhaustivité**

La complétude peut être divisée en deux types :

- la complétude du modèle : une sorte de représentativité du modèle à la réalité
- la complétude des données : une sorte d'exhaustivité des informations disponibles d'un objet (complétude des attributs) mais également une exhaustivité des objets répertoriés.

En d'autres termes, il est important de connaître l'étendue géographique de l'information, de savoir si tous les objets sur le terrain sont portés dans la base de données, si les informations sur une entité sont toutes disponibles et si l'ensemble des données du modèle conceptuel est porté dans la base.

Il convient peut-être de signaler encore un autre point important concernant la qualité des données. Il s'agit de la précision temporelle ou de validité de l'information, qui est un élément important de l'historique des données.

- **la précision temporelle**

Souvent, les données ne sont pas collectées au même moment que leur analyse dans le SIG. Il se pourrait donc que les traitements s'effectuent sur des objets ayant disparus ou dont les attributs ne sont plus d'actualité. Dans le cadre de ce travail, il est clair que certaines informations, comme les données géologiques, ne varient que très lentement, par contre on sait déjà que certaines prairies maigres inventoriées en 1984 n'existent plus 10 ans après. De même, les plans d'ensemble ou les cartes nationales ne sont mises à jour que périodiquement, il y a donc un décalage par rapport à la réalité du terrain. Pour autant, il n'est pas forcément nécessaire de détruire les données obsolètes, car celles-ci peuvent permettre, en plus de l'aspect historique, d'analyser l'évolution dans le temps d'une entité.

En Suisse, la notion de qualité des données dans les SIG est nouvelle. Seules quelques normes concernant principalement la mensuration cadastrale existent⁶. Il s'agit de normes concernant la précision de position et la sécurité des données. Actuellement le Groupe Patronal de la Société Suisse des Mensuration et Améliorations Foncières (GP/SSMAF) et la Direction

⁶ voir à ce propos l'Ordonnance Technique sur la Mensuration Officielle (OTEMO-1994) RS 211.432.21, en particulier l'art. 8 al. 7 et art. 83ss, et la norme SN 612 010 'Mensuration, sécurité des données dans la MO', 1987

fédérale des Mensurations (D+M) s'intéressent de plus près à cette notion de qualité dans le sens décrit précédemment.

Dans le domaine de la mensuration officielle suisse, la norme Interlis définit les informations nécessaires à l'échange des données. Les notions de précision de positionnement (erreur moyenne et ellipse d'erreur), de fiabilité (suffisante ou non), de statut (projeté ou valable) et de provenance peuvent par exemple être échangées avec les données. Il existe également une table *Etat de Qualité* et une autre *Mise à Jour* qui complètent les méta-données. Ces tables et l'ensemble des méta-données ne sont pas obligatoires, ce qui est regrettable.

5.2 Les informations à disposition

Le but de ce paragraphe est de donner un aperçu des principales informations à disposition et de leurs particularités. Un tableau résumant la qualité des informations disponibles se trouve à la fin de ce paragraphe (*cf. p.35*).

5.2.1 Les inventaires

- **les prairies maigres**

Conformément à l'Ordonnance fédérale du 16 juin 1980 instituant des contributions pour l'exploitation agricole du sol dans des conditions difficiles, chaque canton doit fournir un inventaire des prairies sèches et des prés à litière dignes de protection. Cet inventaire a été effectué à Neuchâtel entre les années 84 et 87, par des étudiants de l'université et par les biologistes des bureaux Econat et EcoConseil. Une étude préliminaire a été effectuée afin de reconnaître visuellement les terrains intéressants. Cette étude était censée inventorier grossièrement l'ensemble des prés et pâturages maigres. Certaines zones difficilement accessibles n'ont pas été relevées et n'apparaissent pas dans l'inventaire. Ceci ne porte pas trop à conséquence car, le but de l'inventaire étant de pouvoir gérer de manière plus cohérente l'agriculture, l'ensemble des surfaces agricoles ont été examinées.

Les prairies maigres se divisent en deux classes : les prairies sèches et les prés à litière. Les prairies sèches sont des prés secs de fauche tandis que les prés à litières sont des prés humides dont la valeur fourragère est sans intérêt, ils comprennent par exemple les roselières ou la végétation des bas-marais.

Une méthodologie claire, appliquée sur l'ensemble du territoire, a permis de classifier les milieux en fonction des espèces florales indicatrices présentes et d'une clé de végétation (*cf. Annexe Erreur! Argument de commutateur inconnu.*). Les documents résultants de cet inventaire sont les suivants :

- deux jeux de 64 cartes au 1:5'000 sur lesquelles sont reportées toutes les surfaces inventoriées

- une liste des parcelles inventoriées sur chaque commune
- une liste des parcelles inventoriées par carte nationale au 1:25'000
- des fiches de terrain, mises au net, comportant la liste de l'ensemble des espèces relevées ainsi que d'autres informations topographiques et fonctionnelles sur les zones.

Ces plans ont également été digitalisés et sont disponibles sous MapInfo. L'ensemble des attributs d'ordre général des fiches de terrain des prairies sèches se trouve également stocké dans une base de données Access.

propositions à court terme :

Certaines zones pré-inventoriées se sont avérées ne pas être des prairies maigres. D'autres ont été assimilées à des prés ou pâturages maigres, par le fait que des espèces indicatrices y ont été relevées, alors qu'il s'agit de zones impraticables et souvent inaccessibles. Une épuration de la base semble nécessaire dans un premier temps afin de ne pas tirer de conclusions fausses. En effet, il serait aberrants de demander à un agriculteur d'entretenir écologiquement une région d'éboulis, inventoriée en prairie maigre.

Afin d'augmenter les informations pertinentes de la base de données, il est proposé de saisir la liste des espèces végétales répertoriées dans chaque site. Ces informations se trouvent actuellement dans les archives des bureaux privés. A cet effet, un masque de saisie sous Access pourrait être créé.

Cette information pourra servir à de multiples tâches, comme par exemple :

- analyse de la diversité botanique, pour sélectionner les sites dignes de protection
- mise en évidence des sites comportant des espèces en liste rouge qui devraient être protégés rapidement
- à moyen terme, mise en évidence de l'évolution du site, par la disparition, la raréfaction ou la prolifération des espèces entre chaque relevé et possibilité d'adapter l'entretien, l'utilisation ou le type de protection du site
- automatisation de la classification des sites, sans risque d'erreur de calcul ou de saisie (la clé de répartition étant un modèle logique, il est possible de créer une routine de création de l'attribut, que se soit sous MapInfo ou dans la base de données externe)

Il va de soit que les futurs relevés devront être saisis directement sur la base de données.

propositions à moyen terme :

Une mise à jour régulière devrait être faite afin de supprimer les sites qui ont disparu. Car depuis 1984, où cet inventaire a été effectué sur la commune de Gorgier, un nombre non négligeable de sites sont devenus des terrains bâtis.

D'autres tâches comme la recherche des propriétaires des terrains doit être possible. L'intégration du registre foncier sur le serveur cantonal est donc indispensable et fortement souhaitée par l'ensemble des partenaires de la gestion du territoire.

Ce seul inventaire ne permet pas l'élaboration de plans d'entretiens adaptés. En effet, un pré sec ne se résume pas seulement à un inventaire botanique.

La faune joue également un rôle essentiel dans l'écosystème 'prairie sèche'. Ces milieux sont des sites de refuge très importants pour les insectes et les reptiles notamment. Un inventaire de la faune devrait donc être envisagé dans les sites jugés dignes d'intérêt.

En attendant les critères précis de sélection des sites d'importance nationale ou régionale, qui doivent être définis par la Confédération, le rapport final de l'inventaire cantonal propose les critères de priorité suivants :

- les prairies les plus diversifiées auront toujours la préférence sur les autres
- l'existence de zones tampon est primordial
- des petites surfaces isolées dans des zones dégradées par des constructions ou des cultures intensives ont peu de chance de conserver leur diversité spécifique
- de nombreuses petites surfaces dispersées dans un rayon restreint ont par contre un potentiel biologique très intéressant
- la valeur écologique d'un site dépend toujours de plusieurs facteurs dont les principaux sont les suivants :
 - la qualité du site (diversité, rareté du milieu ou des espèces, perturbations, ...)
 - la capacité du milieu (surface, complexité de la structure, ...)
 - la fonction du milieu (refuge, reproduction, nutrition, échange, ...)

Dans l'état actuel des données numérisées, il est impossible de répondre à la majorité de ces questions. Il manque les relevés de la faune et les indices de valeur écologique. Une procédure d'évaluation de ces milieux reste donc à établir et pourrait s'apparenter à celle proposée pour les inventaires nature (*cf. paragraphe suivant*)

L'ordonnance fédérale sur les contributions à l'exploitation agricole du sol prévoit un soutien financier pour l'entretien des prairies sèches et des prés à litière dans des zones de montagne. Elle prévoit entre autres que ces subventions ne puissent être attribuées que pour un entretien approprié des terrains **en pente** ou **en forte pente**. Afin de déterminer si un terrain correspond à ces critères, il serait possible d'intégrer un modèle numérique de terrain dans un logiciel approprié pour déterminer la pente moyenne de chaque prairie maigre. Les logiciels de SIG en mode raster avec des fonctions d'analyse spatiale permettent ce genre de manipulations. Par exemple, le logiciel IDRISI combiné au modèle de terrain MNT 25 de l'Office Fédéral de la Topographie (OFT) pourrait suffire à cette analyse.

- **les inventaires nature des communes**

Lors de la révision des plans d'aménagement communaux, le service de l'agriculture a proposé aux communes de mettre en zone de protection communale ou ZP2 une partie des terrains naturels intéressants. Afin de convaincre certains décideurs du bien fondé de ces zones et pour appuyer les mises à l'enquête des nouveaux plans d'aménagement communaux, un grand nombre de communes neuchâteloises a mandaté différents bureaux d'écologues pour établir ces inventaires naturels. D'autres communes ont intégré un tel inventaire dans un contexte général de protection ou de valorisation de la nature.

A cause d'une grande diversité des attentes communales et faute d'avoir une procédure existante pour de tels inventaires, les résultats montrent une grande hétérogénéité :

- Les méthodes de relevé sont très diverses, en passant du relevé à pieds, en vélo ou en voiture à la localisation par photogrammétrie.
- Le type d'éléments naturels à inventorier change d'une commune à l'autre. La base commune à chaque relevé est la typologie de la LSPN, accommodée aux besoins de chacun. C'est souvent le biologiste dans le terrain qui jugeait de l'opportunité de relever tel ou tel élément. De nouvelles rubriques ont même été rajoutées au besoin de chacun.
- La manière de géoréférencer les espèces relevées est également différente. Certains géoréférencent chaque arbre comme un élément ponctuel indépendant, d'autres délimitent une région plus ou moins homogène d'arbres isolés. Le tout à des précisions métriques différentes.
- La liste des attributs relevés est également différente, passant d'une simple notion d'existence d'éléments sans autre attribut à des fiches de terrain complètes.
- Certains attributs se retrouvent dans des relevés de différentes communes mais avec d'autres classifications ou d'éléments d'analyses différents. Par exemple, en parlant de la capacité d'un milieu, certains utilisent des valeurs comme *bon*, *moyen* ou *mauvais* alors que d'autres calculent une valeur numérique basée sur une formule plus ou moins empirique tenant compte d'une multitude d'informations. (*cf. Annexe Erreur! Argument de commutateur inconnu..2*)
- Certains inventaires énumèrent les éléments naturels jusque dans les parcs et jardins alors que d'autres s'intéressent uniquement aux régions non ou peu bâties.

Cette grande diversité dans les relevés permet de répondre à certains objectifs ponctuels mais en aucun cas ne peut servir à une gestion régionale des espaces naturels et des éléments dignes de protection.

propositions à court terme :

Dans un premier temps, pour des questions de cohérence entre les tables déjà numérisées, il est important de modifier la typologie de la LSPN en fonction de la réalité naturelle du canton de Neuchâtel. En effet, afin de mieux classer certains

éléments naturels, de nouvelles classes ont été rajoutées par le bureau EcoConseil. Lors de requêtes, il est impossible de lier les nouveaux codes avec la typologie existante. Dans la même foulée, il serait également utile de supprimer les nombreuses catégories d'objets qui ne doivent pas être relevés sur le terrain. En effet, il paraît peu judicieux de laisser des catégories comme les zones d'habitation, de loisir, de transport ou militaire. Ce travail d'épuration de la typologie est en cours sous l'impulsion du bureau EcoConseil et du conservateur.

De plus, il y a actuellement redondance entre l'inventaire communal et les différents autres inventaires existants. Par exemple, on retrouve dans l'inventaire nature une partie des prairies maigres ou des géotopes. Ces informations étaient pertinentes sur les plans 'papier', pour avoir une représentation la plus complète possible. Par contre, il convient de les supprimer dans la base informatisée, puisqu'il est facile de superposer les différentes couches. Les relevés de l'inventaire communal étant parfois plus récents que les inventaires spécifiques, il est important de mettre en évidence les informations qui ne se trouvent que dans l'inventaire nature sans être dans l'inventaire spécifique avant de supprimer les informations présumées redondantes.

Malgré l'inhomogénéité des données des inventaires nature, ces informations ne sont pas inintéressantes. En effet, le simple fait de savoir que tel objet naturel existe à un endroit donné peut aider le conservateur dans ses fonctions. Ces informations permettent de mieux comprendre le milieu naturel d'une région, de mettre en évidence certains conflits entre de nouvelles réalisations et la nature, et surtout peuvent servir de base aux prochains inventaires.

propositions à moyen terme :

Ensuite, il convient de réunir le maximum de bureaux privés spécialisés dans les inventaires nature afin de définir une démarche normalisée et uniformément utilisée par l'ensemble des écologues du canton, voire de Suisse. Faute de trouver une concertation entre les bureaux privés, on peut également imaginer qu'un seul bureau propose une norme cautionnée par l'OCN, et que celle-ci devienne la référence. En effet, pour l'inventaire des prairies maigres, le bureau lucernois ANL avait proposé une démarche, cautionnée par l'OFEP, qui a été utilisée dans toute la Suisse.

Cette démarche devrait définir autant la méthodologie de l'inventaire que le type d'informations (attributs) à collecter.

L'ensemble des relevés devrait se faire sur le terrain et non plus par photogrammétrie, afin de garantir une certaine complétude du modèle. A titre d'exemple, les murs de pierre sèche se trouvant sous des haies ne sont pas visibles sur les photos aériennes.

De même, les objets ponctuels devraient être définis et géoréférencés comme tel, un non plus rattachés à une surface présumée homogène. Uniquement dans certains cas bien précis, des généralisations peuvent être faites. Mais il convient dans ces cas de donner un nom 'surfacique' à l'objet. Par exemple, pour un ensemble de pommiers, la valeur de l'attribut doit être *verger* et non *pommier*. En effet, le premier est clairement interprété comme un objet surfacique tandis que le deuxième ne l'est pas.

Des formulaires de terrains doivent être créés par type d'objets nature. En effet, les attributs à relever ne sont pas les mêmes pour un biotope que pour un mur à pierre sèche.

Par exemple, les attributs nécessaires pourraient être les suivants :

Tableau 3 : proposition d'attributs pour les inventaires nature

type d'objets	attributs nécessaires
tous les objets	type d'objet, description sommaire, date du relevé, lieu-dit, altitude, auteur du relevé, remarques qualité : rareté, valeur paysagère/intégration dans le site, entretien fonction : refuge, reproduction, nutrition, échange avec les sites voisins
les milieux	type d'exploitation, pente, exposition, type de végétation et de faune présentes qualité : diversité (faune/végétation), perturbations externes capacité : nb de strates, complexité de la structure, possibilité de s'étendre
les éléments naturels ponctuels ou linéaires	type d'exploitation, type de faune présente
les éléments divers à valeur écologique	type d'exploitation, type de végétation et de faune présentes

auteur du relevé : les relevés proviennent de différents bureaux, il est donc nécessaire de connaître le nom de l'auteur, ou du moins du bureau dans lequel il travaille.

type de végétation présente : il s'agit de définir les grandes classes de végétation présente (humide / sèche, acidophile / basiphile, maigre / grasse, fleurs / arbustes / arbres / broussailles, etc.), plutôt qu'un relevé détaillé de la végétation⁷.

type de faune présente : avifaune, batraciens, reptiles, gibier, ...

type d'exploitation : aucune, fauche, pâturage, agriculture intensive/extensive, ...

perturbations externes : bruit, pollution, ...

⁷ S'il est jugé digne d'intérêt de relever certaines espèces de végétation ou faunistiques intéressantes, il conviendrait de les inventorier selon la démarche de relevés de la flore ou de la faune (référence ponctuelle et attributs en rapport à l'espèce) et non de les inclure au relevé du milieu naturel. En effet, l'attribution des espèces à l'ensemble du milieu peut créer des erreurs d'interprétation en raison d'une répartition spatiale non homogène des espèces.

diversité, rareté, valeur paysagère, refuge, reproduction, nutrition, échanges,... : il s'agit de classifier chaque attribut de manière à ce que les valeurs ne soient pas trop subjectives.

Il est important de définir la liste des valeurs possibles pour chaque attribut afin d'éviter des valeurs 'fantaisistes' et de permettre une comparaison sur l'ensemble du canton. On ne doit pas trouver plus d'un terme pour définir un type d'objet.

Il ne semble pas qu'il soit pertinent de créer des valeurs de synthèse pour la qualité écologique d'un milieu, comme c'est le cas dans le bureau Biol-Conseils. Un effet, si l'ensemble des attributs est stocké dans la base, l'utilisateur possède plus d'informations en examinant les attributs qu'en essayant d'interpréter une valeur numérique provenant d'un calcul semi-empirique. En effet, deux milieux possédant une valeur écologique équivalente n'ont pas forcément la même qualité, capacité ou fonction. De ce fait, il n'est donc pas possible de comparer un milieu avec un autre par cette valeur. Néanmoins, si un attribut de synthèse peut aider l'utilisateur, il faut que celui-ci découle d'une classification claire qui exprime la spécificité du milieu, comme c'est le cas de l'inventaire des prairies maigres.

- **les forêts**

Les données forestières proviennent du Centre Suisse pour la Cartographie de la Faune (CSCF), par le biais de relevés effectués dans les années septante par des forestiers. Il s'agit d'un relevé d'unité d'association forestière dont la classification est propre aux forêts neuchâteloises.

- **la flore**

Il n'y a pas eu actuellement de relevé systématique de la flore sur l'ensemble du canton. Seules quelques études sectorielles ont permis de relever certaines espèces en des lieux bien précis. En plus, certains relevés 'privés' ne sont pas connus du conservateur. Les données existantes servent à juger de la potentialité d'une espèce dans un endroit. Un nouveau relevé sur le terrain doit être effectué dans chaque cas, afin de vérifier l'exactitude de l'information.

propositions à court terme :

Actuellement, au sein de l'OCN, une stagiaire recense les ouvrages bibliographiques se rapportant au milieu naturel neuchâtelois. Cette démarche pourrait permettre de retrouver une multitude d'informations sur la présence de certaines espèces observées non encore inventoriées.

Certains de ces relevés datent du milieu du siècle, d'autres sont plus récents. Dans la base Excel, cette information concernant la date du relevé et l'auteur est souvent présente, mais incluse dans une longue chaîne de caractères. Il n'est donc pas aisé de rechercher les espèces relevées après 1990 par exemple. Il serait donc bien de créer un nouvel attribut *date* et un autre *auteur* et d'y reporter ces informations.

- **les géotopes**

Les géotopes sont les objets géologiques méritant d'être protégés, qui apportent des informations sur les situations et événements que notre planète a connus au cours des temps géologiques. Il s'agit entre autres des blocs erratiques, des affleurements géologiques, des polis glaciaires, des dolines, des emposieux, des gouffres et des sources.

Contrairement aux biotopes, les géotopes ne bénéficient pas encore de toute la protection qu'ils méritent. En effet, beaucoup d'entre eux ont déjà été détruits et d'autres sont menacés de disparition par des modifications de terrain ou des remblayages.

Une étude, mandatée par l'OCN, a permis de faire l'inventaire des géotopes de la commune et de proposer un degré de protection pour chaque objet répertorié.

La démarche de l'inventaire ne permet pas d'utiliser directement ces nombreuses informations. En effet, il y a eu d'un côté la réalisation de trois plans 'papier' et de l'autre la mise en place d'un fichier Excel comportant les attributs de chaque objet. Or la précision des coordonnées inscrites dans les fichiers Excel ne permet pas d'automatiser le rattachement des objets digitalisés aux bons attributs. Par contre, les objets de chaque type ayant été numérotés de gauche à droite et de haut en bas par carré kilométrique, il serait possible de créer une procédure qui attribue cette numérotation aux objets digitalisés en vue de créer la relation avec le fichier Excel. Lors des prochains inventaires communaux des géotopes, les données devraient être saisies directement dans un logiciel de SIG, ce qui permettrait de profiter pleinement des informations à disposition.

Le rapport comporte par contre un glossaire fort exhaustif des termes utilisés, ce qui permet une excellente précision sémantique des attributs.

- **les cours d'eau**

La gestion des cours d'eau est, dans le canton de Neuchâtel, sous la responsabilité de plusieurs services. Les informations qui intéressent le conservateur de la nature sont prioritairement la localisation, l'accessibilité à la faune et la qualité naturelle du cours d'eau. Malheureusement, les informations utilisées dans le prototype proviennent exclusivement du Service de la Chasse et de la Pêche (SCP) et ne concernent que l'axe du cours d'eau et le type de berges.

- **les passages privilégiés de la faune**

Dans le cadre de l'étude d'impact de l'autoroute A5, les lieux de passage privilégiés de la macrofaune ont été relevés. Ils sont représentés, sur une copie de la carte nationale, par un axe de passage. Dans la réalité, ces lieux de passage sont des surfaces qui sont délimitées par la topographie du lieu. Il s'agit souvent de vallons au fond desquels se trouve un ruisseau. Le passage se fait généralement sur les coteaux de ces vallons.

proposition à court terme :

Lors des entretiens avec les biologistes, un intérêt pour la gestion des interactions entre les milieux s'est souvent manifesté. Un milieu qui interagit avec d'autres est plus intéressant qu'un milieu isolé sans potentialité pour la faune, par exemple. La notion de passage privilégié pour la macrofaune permet de mieux comprendre cette interaction. Il conviendrait donc de redéfinir la représentation spatiale de ces axes de passage pour les convertir en zone de passage. Un travail sur la carte permettrait de digitaliser rapidement ces surfaces en fonctions de la topographie. Ce travail devrait être fait par le bureau EcoConseil, qui avait relevé à l'époque ces lieux de passage. De plus, il serait bon de digitaliser les 'sorties' privilégiées de la faune.

5.2.2 Les zones d'aménagement du territoire

- **le plan cadastral**

Le plan cadastral ou plan du registre foncier est non seulement utile comme illustration de fond de carte mais surtout comme outils permettant de connaître les propriétaires touchés par une étude, un projet ou par un milieu naturel. Actuellement, il est nécessaire de rechercher les numéros des parcelles sur le plan, puis de demander les noms des propriétaires au Registre Foncier (RF), puis enfin de demander aux autorités communales les adresses de ces propriétaires.

La numérisation progressive des plans cadastraux permet de simplifier la démarche de recherche des numéros de parcelles. Mais actuellement seule la moitié des zones urbanisées se trouve dans la base cadastrale sous ARGIS. Afin de pouvoir offrir rapidement l'ensemble du canton sous forme numérique, la digitalisation non légalisée des plans du registre foncier rural est en cours auprès des bureaux privés. De même, l'intégration dans le SITN d'un extrait des fiches du RF est en cours d'étude.

Les plans de la commune de Gorgier viennent d'être digitalisés par le Bureau EcoConseil et n'avaient pas été vérifiés par le géomètre au moment de la réalisation de ce travail. La couche est donc implantée à titre d'exemple. Il s'agit de plans au 1:1'000 mais on trouve également des plans au 1:500 dans certaines zones urbaines du canton.

Les plans doivent en principe être mis à jour lors des mutations sur le terrain, mais dans la pratique, il y a toujours un délai d'attente entre le moment où la mutation a été faite sur le terrain et le moment où elle est reportée sur le plan. Mais on peut tout de même parler de mise à jour continue. Cette mise à jour continue des plans entraîne une quasi obligation d'extraire les données directement de la base ARGIS à chaque utilisation.

En relation avec le plan cadastral, les informations du RF sont utilisées par le conservateur de la nature mais, pour des raisons techniques, elles ne sont pas implantées dans la base de données prototype. Ces informations doivent être obtenues directement auprès du conservateur du registre foncier.

- **le plan d'aménagement**

Le plan d'aménagement (l'équivalent du plan des zones d'affectation dans le canton de Vaud) est également un outil de travail nécessaire au conservateur de la nature. Actuellement, les plans d'aménagements légalisés existent sous forme papier, avec des échelles variant du 1:2'000 au 1:10'000, et sous forme numérique dans le serveur cantonal ARGIS. Il est à signaler que seule la version légalisée du plan est numérisée; les plans pour la mise à l'enquête ne se trouvent que sous forme papier.

Les plans d'aménagement de la commune de Gorgier ont été digitalisés sommairement dans le cadre de ce travail. Il s'agit des plans d'enquête et non des plans légalisés. Un premier plan au 1:10'000 recouvre l'ensemble de la commune et un deuxième plan au 1:2'000 ne reprend que la partie urbaine, au sud.

proposition à court terme :

De nombreux services cantonaux et communaux, dont l'OCN, doivent donner leur préavis à tout nouveau plan d'aménagement et à toute modification. Pour le conservateur de la nature, il s'agit d'estimer les conflits que pourraient par exemple engendrer de nouvelles zones industrielles ou d'habitation sur le milieu naturel. Le fait de posséder le projet de plan dans le SIG, plutôt que sur le papier comme cela se fait actuellement, permettrait de mettre en évidence plus rapidement l'ensemble des conflits potentiels, par interrogation de la base.

Il serait par exemple possible de rechercher toutes les espèces menacées et les biotopes dans un rayon de 200m autour d'une nouvelle zone industrielle, et de proposer des modifications au projet de plan d'aménagement. A moyen terme, l'ensemble des services partenaires du SITN pourraient profiter de ce gain de temps et d'énergie. Il est donc proposé que tout projet de plan d'aménagement ou d'autres plans d'aménagement du territoire soit digitalisé, par le Service de l'Aménagement du Territoire, afin de servir de document de travail pour les préavis des différents services.

- **le décret de 1966**

Il s'agit du décret cantonal concernant la protection des sites naturels. Ce décret délimite l'étendue de trois types de zones de protection : crêtes et forêts, vignes et grèves et constructions basses. Dans ces zones, les aménagements sont limités.

- **les surfaces d'assolement**

Les zones d'assolement comprennent les terres arables occupées par les terres ouvertes, les prairies intercalaires et les prairies naturelles. L'objectif de ces zones est de protéger durablement suffisamment de terres labourables, pour assurer l'approvisionnement.

Ces zones sont donc vouées à une agriculture intensive. Bien que certaines de ces terres soient en culture extensive ou bénéficient de paiements écologiques, il convient d'éviter que les milieux naturels se trouvant dans ces zones ne soient potentiellement mis en danger par l'affectation légale du sol.

- **les limites communales**

Les limites communales ont été digitalisées depuis les plans d'ensemble au 1:5'000. Il s'agit en fait des surfaces des communes, puisque se sont des polygones. Cette digitalisation a été effectuée pour l'OCN, afin de pouvoir gérer les inventaires par communes. Il paraît par contre plus concevable que ce soit le Service des Mensurations Cadastrales qui se charge de la saisie et de la mise à jour. En effet, les limites communales ne sont pas fixes dans le temps; il existe des échanges de terrains entre communes limitrophes. D'autant plus qu'à moyen terme il sera possible de modifier automatiquement les frontières communales à partir du cadastre numérique.

Il est également possible de se procurer les limites communales digitalisées par l'Office Fédéral de la Topographie, à chaque mise à jour.

5.2.3 Les zones protégées

- **les réserves de chasse**

Il s'agit des zones où la chasse est interdite, dans le but de préserver les nombreuses espèces animales qui s'y réfugient. Dans le cas de la commune de Gorgier, il s'agit de la réserve du Creux-du-Van.

- **Inventaire Fédéral du Paysage (IFP)**

Il s'agit dans le cas de la commune de Gorgier de la réserve du Creux-du-Van et des Gorges de l'Areuse, qui se trouve à l'inventaire en raison de la diversité naturelle du lieu, alliant falaises, forêts, prairies et rivières dans un respect d'une nature presque intacte.

proposition à court terme :

Dans la couche IFP et dans celle des réserves de chasse, il y a peu d'attributs (numéro et lieu-dit). Il serait certainement enrichissant de rajouter quelques attributs descriptifs de ces zones, en particulier ceux touchant à la nature. Le classement de ces zones est dû à leur richesse botanique et/ou faunistique de ces lieux. Il semble donc logique que des rapports décrivent ces richesses. Il serait bon de rechercher ces informations complémentaires auprès des services responsables.

- **terrains bénéficiant de paiements écologiques**

Il s'agit exclusivement des terrains qui bénéficient des subventions agricoles, en relation avec l'art. 31b de la loi fédérale sur l'agriculture et non des terrains bénéficiant de subvention en rapport à la loi sur la protection de la nature.

Il s'agit des parcelles, ou parties de parcelle, qu'un agriculteur accepte de ne plus exploiter de manière intensive mais au contraire d'entretenir ou d'utiliser dans un respect de la nature (fauches tardives, absence d'engrais, débroussaillage bi ou triannuel, ...). Les données existantes sont les plans que fournissent les agriculteurs ainsi qu'une fiche explicitant le type d'utilisation du terrain. Ces fiches ne sont pas intégrées dans le SIG. Il

serait peut-être bon tout de même d'en extraire certaines informations. Mais il ne serait pas bon d'introduire l'ensemble des données en raison de la loi sur la protection des données [Walter 97].

Une répartition de ces terrains en rapport avec les zones sensibles permettrait de pouvoir protéger certains milieux ou espèces menacés de disparition autrement.

- **les zones de protection des eaux souterraines ou de captage**

Il s'agit de zones protégées par des dispositions techniques tendant à empêcher toute atteinte à la qualité de l'eau des nappes phréatiques et des sources.

La préservation de certaines espèces peut se faire par une exploitation moins intensive du sol, en particulier en limitant l'apport d'engrais, même d'origine animale. Or par la loi, il existe déjà une limitation des engrais dans ces zones de captage. La connaissance de cette situation permet, par exemple, d'éviter au conservateur de signer des contrats allant de la même sens avec les agriculteurs.

- **l'inventaire IRENA**

Le but de l'inventaire IRENA (Inventar des REchtskräftig geschützten NATurschutzgebiete in der Schweiz) était de recenser sur l'ensemble de la Suisse les surfaces bénéficiant d'un statut juridique de protection, pour permettre une analyse statistique. Une attention particulière avait été accordée sur les types de protection de chaque surface, afin de déterminer au besoin les changements de réglementation à effectuer. L'inventaire a été saisi sous le logiciel ArcInfo et bénéficie d'un nombre important d'attributs clairement définis. En particulier, sont répertoriés les différents types de milieux naturels qui justifient la protection. Cette information permet donc d'augmenter nos connaissances sur l'existence de ces milieux. Une description détaillée de la base de données est fournie avec le rapport final de l'inventaire. Dans le canton de Neuchâtel, la majorité des biotopes ne sont pas protégés par un statut juridique fort.

5.2.4 Les autres informations

- **la liste rouge**

Cette liste contient toutes les espèces florales menacées de disparition en Suisse. Une distinction est faite en fonction du degré de menace. Cette liste se rapporte à la flore de toute la Suisse. Certaines espèces rares sur Neuchâtel ne le sont pas forcément sur le reste de la Suisse et inversement certaines espèces rares au niveau suisse se trouvent en nombre important dans certains milieux neuchâtelois. La notion de degré de menace est donc relative.

- **photos aériennes et orthophotos**

L'Etat de Neuchâtel effectue tous les 10 ans un vol photogrammétrique sur l'ensemble du territoire neuchâtelois à l'échelle approximative de 1:15'000. Ces photos permettent de voir l'évolution de la nature dans le temps.

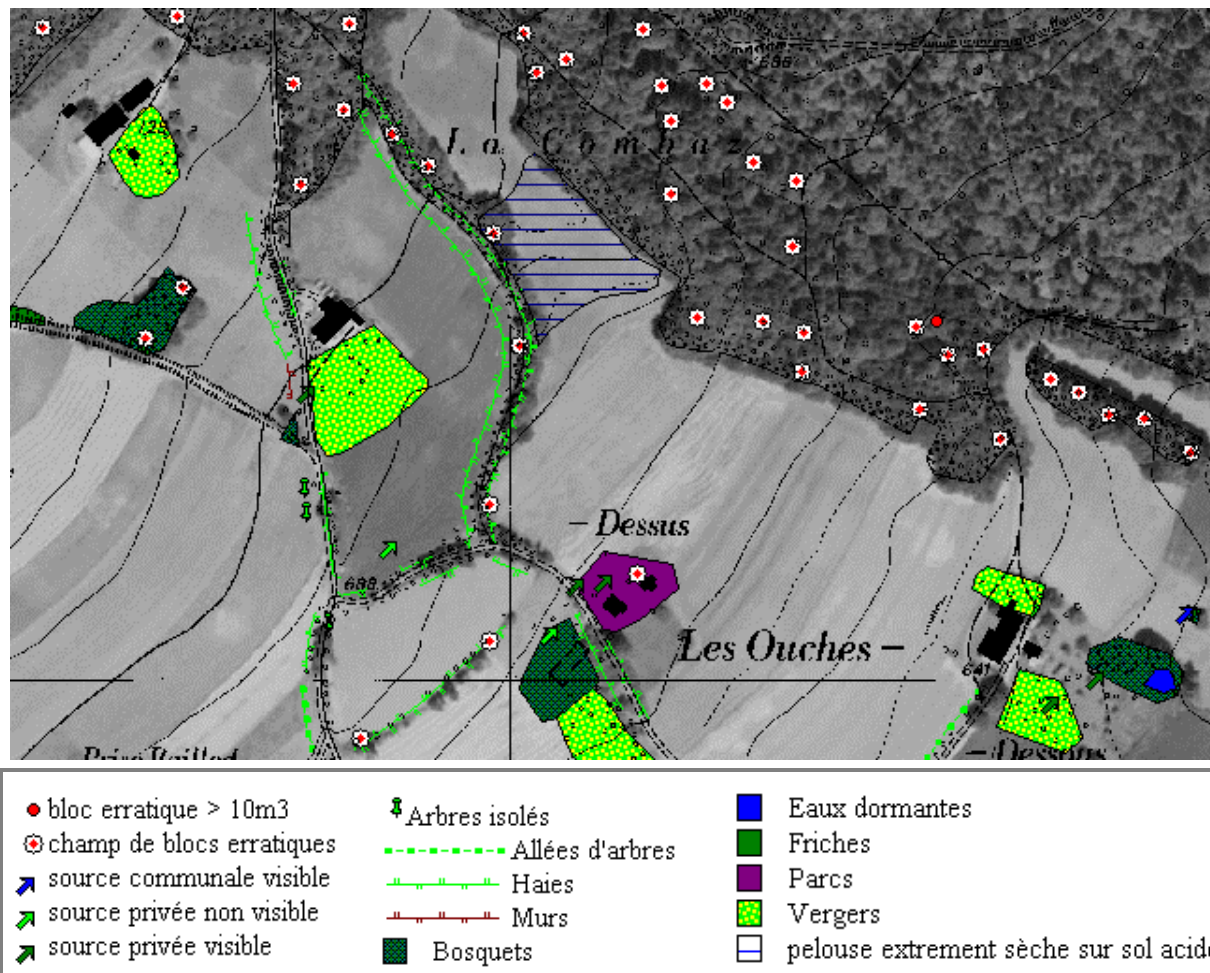


Figure 7 : l'apport d'une orthophoto dans un SIG

Une orthophoto numérique a été effectuée dans le laboratoire de photogrammétrie de l'EPFL, afin d'intégrer cette information dans la base de donnée. Seule une orthophoto du vol de 1990 a été traitée dans le but de montrer les potentialités d'un tel outil visuel. La résolution de la maille de l'image est de 1m sur le terrain, ce qui est juste suffisant pour interpréter correctement les éléments naturels. Un compromis entre la résolution de l'image et la taille des fichiers doit être trouvé. En effet, l'orthophoto qui ne recouvre que la partie nord de la commune prend une place disque non négligeable de 30Mb. Cette image est en format TIFF_RLE pour des questions de rapidité de visualisation. Si on désire réduire la taille du fichier il est possible de le convertir en format JPEG qui prend considérablement moins de place mais augmente en contre partie le temps de chargement de l'image.

- **cartes nationales et plans d'ensemble**

Dans le but de mieux référencer visuellement les objets dans le SITN, le service des mensurations cadastrales a mis à disposition sur le serveur l'ensemble des cartes nationales et des plans d'ensemble sous forme raster. Les cartes nationales pixel proviennent de l'office fédéral de la topographie qui met à jour tous les six ans l'ensemble des cartes de la Suisse.

Les plans d'ensemble raster du canton de Neuchâtel ne sont plus à jour. Plutôt que de les refaire à partir de vol photogrammétrique, selon l'ancienne méthode, le canton de Neuchâtel va prochainement automatiser la mise à jour de ces plans à partir des plans cadastraux numériques. Les plans d'ensemble seraient donc sous forme vectorielle et cela permettrait de les utiliser également pour les traitements dans le SITN (par exemple, il serait possible de sélectionner les haies ou les bosquets).

le tableau suivant décrit de manière synthétique la qualité des données à disposition dans le cadre de ce travail. (des explications se trouvent à la page suivante)

Tableau 4 : qualité des informations

Informations	précision de position	précision sémantique	précision temporelle
prairie maigre	1:25'000	homogène*	1984-87
inventaire nature	diverse	peu homogène*	~1985-90
forêt	1:5'000	homogène*	~1975
flore	diverses	peu homogène*	diverse sans maj
géotopes	1:5'000	homogène	1994-95
cours d'eau	?	homogène*	?
passage	1:25'000	peu homogène	~1980
cadastre	1:500 - 1:1'000	homogène	maj continue
plan d'aménagement	1:2'000 - 1:10'000	homogène	maj sur décret
décret 66	1:10'000	homogène	1966 (en vigueur)
assolement	1:10'000	homogène	maj sur décret
communes	1:5'000	homogène	?
chasse	?	homogène	maj sur décret
extensif	1:5'000	homogène	maj annuelle
paysage	?	homogène	maj sur décret
captage	?	homogène	maj sur décret
IRENA	?	homogène*	1990-91
liste rouge	-	homogène	?
carte nationale	1:25'000	homogène	maj tous les 6 ans
plan d'ensemble	1:5'000	homogène	maj tous les 6 ans (maj continue à moyen terme)
orthophoto	1:15'000	-	1990 (maj tous les 10 ans ?)

– La **précision de position** renseigne sur l'échelle cartographique du document original. Dans certains cas, nous devons nous attendre à une précision de position

plus grande que l'échelle ne le permettrait. C'est le cas, par exemple, des plans d'aménagement où les frontières réelles sont à la précision cadastrale bien que la représentation soit à une échelle plus petite.

diverses signifie que les sources étant différentes, le type même de d'échelle spatiale diffère fortement.

- La **précision sémantique** renseigne sur l'homogénéité du contenu des attributs et/ou de leur définition.

peu homogène signifie qu'il n'y a pas ou peu de définitions ou méthodes communes entre tous les utilisateurs

homogène signifie que l'entité et les attributs ont les mêmes définitions

* signifie qu'il y a des risques de mauvaise classification

- la **précision temporelle** renseigne sur le type de mise à jour (maj) ou sur la date de l'information si celle-ci n'est pas mise à jour.

maj sur décret signifie que les informations sont mises à jours lors de la nouvelle légalisation du plan (entre les maj, les données sont considérées en vigueur)

Un complément de ces informations sur la qualité des données se trouve dans le dictionnaire des données en annexe. Mais une étude plus poussée sur la qualité des données serait souhaitable.

6. La modélisation des données

Une étape fondamentale de la conception d'un système d'information, géographique ou non, est la modélisation des données. Il est courant de diviser la modélisation en quatre niveaux : le *niveau externe*, le *niveau conceptuel*, le *niveau logique* et le *niveau interne* ou *niveau physique*.

Selon R. Laurini (1993), ces quatre niveaux sont définis comme suit :

- Le **niveau externe** correspond au niveau de départ, qui représente pour chaque utilisateur le sous-ensemble du monde réel qui l'intéresse.
- Le **niveau conceptuel** représente la synthèse des modèles externes. En outre sa fonction de schématisation du monde réel, il est l'outil de communication et de dialogue entre les utilisateurs et le concepteur dans un premier temps et entre les utilisateurs eux-mêmes dans la phase d'exploitation des données.
- Le **niveau logique** est une adaptation du modèle conceptuel à la réalité informatique. Il s'agit d'adapter le modèle aux exigences des familles de SGBD (relationnel, orienté objet, réseau, hiérarchique) propre au logiciel choisi.
- Le **niveau interne ou physique** correspond au niveau de l'informaticien.

Le niveau conceptuel ne doit pas tenir compte de l'aspect informatique ou de la forme des données déjà numérisées mais doit être une schématisation de la structure des données. Lors de la réalisation du prototype, il n'a pas été facile de se défaire des aspects propres au logiciel MapInfo et des tables déjà existantes.

6.1 Le modèle conceptuel de données (MCD)

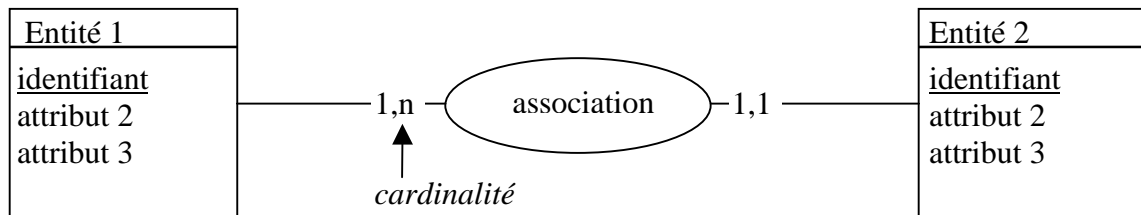
Le modèle le plus couramment admis dans les systèmes d'information est le modèle entité-association. Il en existe d'autres, dont le modèle MADS (Modélisation d'Applications à Données Spatiales) de l'EPFL qui essaie de formaliser les modèles à référence spatiale complexe de manière simplifiée.

Dans le cadre de ce travail, le formalisme MODUL-R, qui découle du modèle entité-association, a été légèrement modifié afin de s'adapter au mieux aux données du prototype.

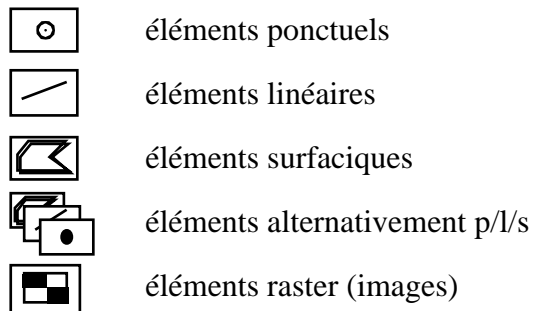
Voici quelques définitions sommaires des termes utilisés :

- L'**entité** peut être définie comme une unité d'observation ou un objet spatial.
- Les **attributs** sont les rubriques des entités. Chaque rubrique contient un type d'information sur l'objet. Chaque **occurrence** (ou chaque objet d'une entité) doit être identifiable à l'aide d'une propriété particulière appelée **identifiant** ou clé.
- L'**association** est la relation qui relie les tables entre elles, elle définit leur(s) lien(s).

- La **cardinalité** quantifie le nombre de relations possibles entre les occurrences de chaque entité associée. Dans le schéma, on donne le nombre minimum et maximum.



Afin d'informer sur le type d'objets spatiaux des pictogrammes ont été introduits :



Afin d'améliorer la compréhension du schéma, les entités spatiales ont été regroupées sous trois thèmes :

- les inventaires
- les zones d'aménagement du territoire
- les zones protégées

Afin de faciliter le traitement de certaines données, certaines entités ne sont pas directement dans le logiciel de SIG, mais se trouvent dans une base de données de type Access. Il s'agit en fait de traiter les nombreuses informations de terrain ou de détail séparément des données de synthèse ou des données générales du milieu. L'utilisation d'une base de données comme Access permet une souplesse plus grande pour la saisie, la visualisation et le traitement de la cohérence des données. Cette séparation des entités externes des entités propre à MapInfo, ne respecte pas le formalisme du modèle conceptuel, puisque celui-ci ne doit pas tenir compte des logiciels utilisés. Néanmoins, il a été jugé utile de faire ainsi pour plus de clarté dans les discussions avec les utilisateurs.

Le processus de modélisation conceptuel est itératif. Le concepteur propose à l'utilisateur une première version. Ce dernier va se rendre compte de certaines imperfections et un nouveau modèle est alors établi. Une fois le modèle validé par les utilisateurs, celui-ci n'est pas pour autant définitif, car il est constamment modifié pour être conforme aux nouvelles informations en possession des utilisateurs ou des nouveaux utilisateurs.

Le modèle présenté à la page suivante est celui retenu pour la réalisation du prototype.

Modèle conceptuel des données

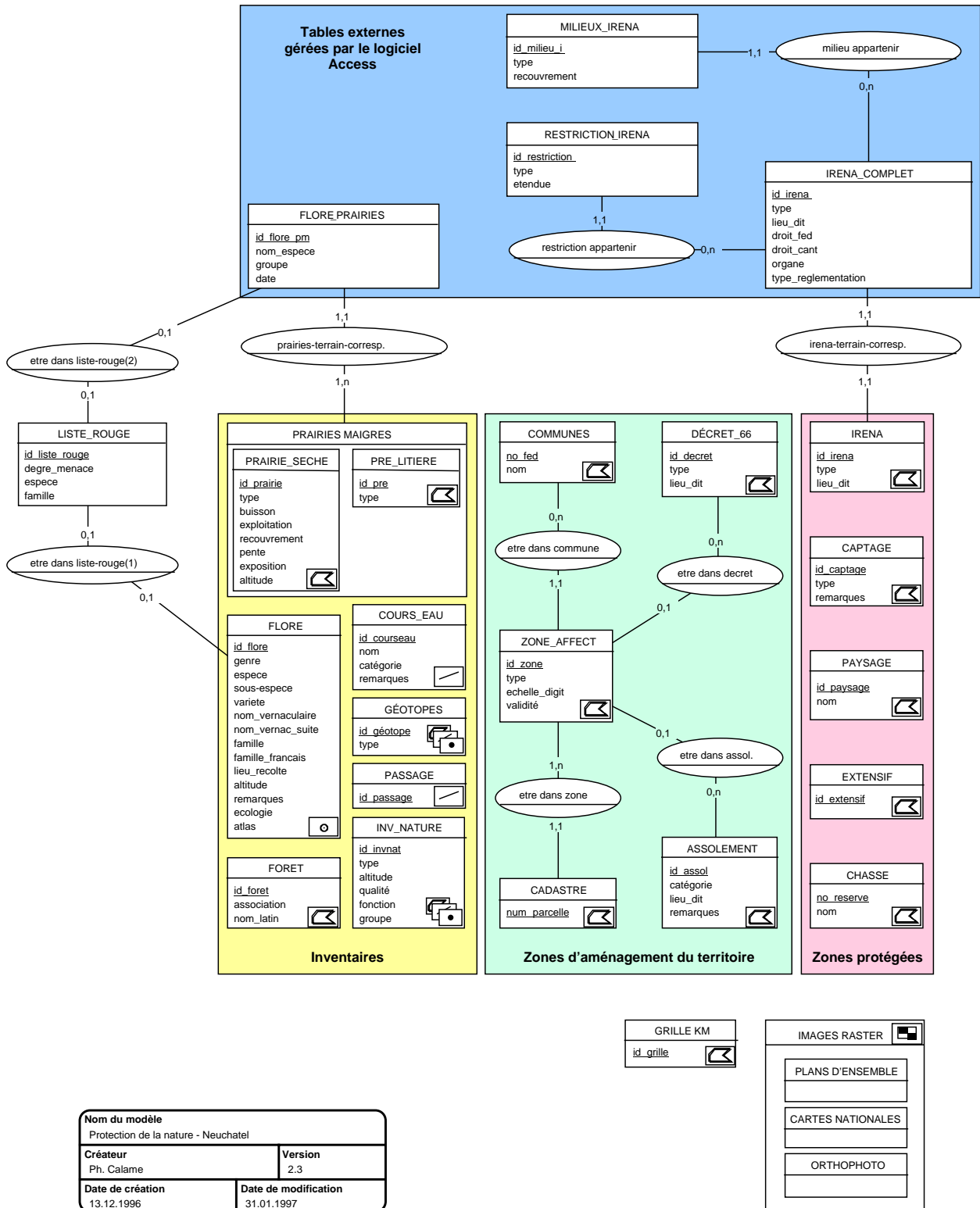


Figure 8 : modèle conceptuel retenu

6.1.1 Validation du modèle

Dans la phase d'étude du SIG, il conviendrait de faire valider les modèles conceptuels par les utilisateurs. Or, il s'avère difficile de faire valider ce schéma par les utilisateurs qui raisonnent souvent en terme de traitements et non de données. Un dialogue doit donc accompagner cette démarche afin de juger de la complétude du modèle et des attributs. Le prototype est à même de jouer un rôle dans la modélisation, car il permet à l'utilisateur de clairement se rendre compte du travail et de le cautionner ou non.

6.2 Le modèle logique des données (MLD)

Comme cité précédemment, le niveau logique est une adaptation du modèle conceptuel à la réalité informatique. Il s'agit d'adapter le modèle aux exigences des familles de SGBD utilisé. Pour un système de gestion proche du modèle relationnel, comme c'est le cas pour le logiciel de prototypage MapInfo, le formalisme correspond plus au moins au contenu des tables, sans tenir compte de la gestion interne des attributs de position pour les entités graphiques; il est nommé modèle logique relationnel.

En plus des attributs propres à l'entité (ceux du modèle conceptuel), on rajoute les attributs de liaison afin de créer une relation entre les entités. (*cf. exemple de la figure suivante*)

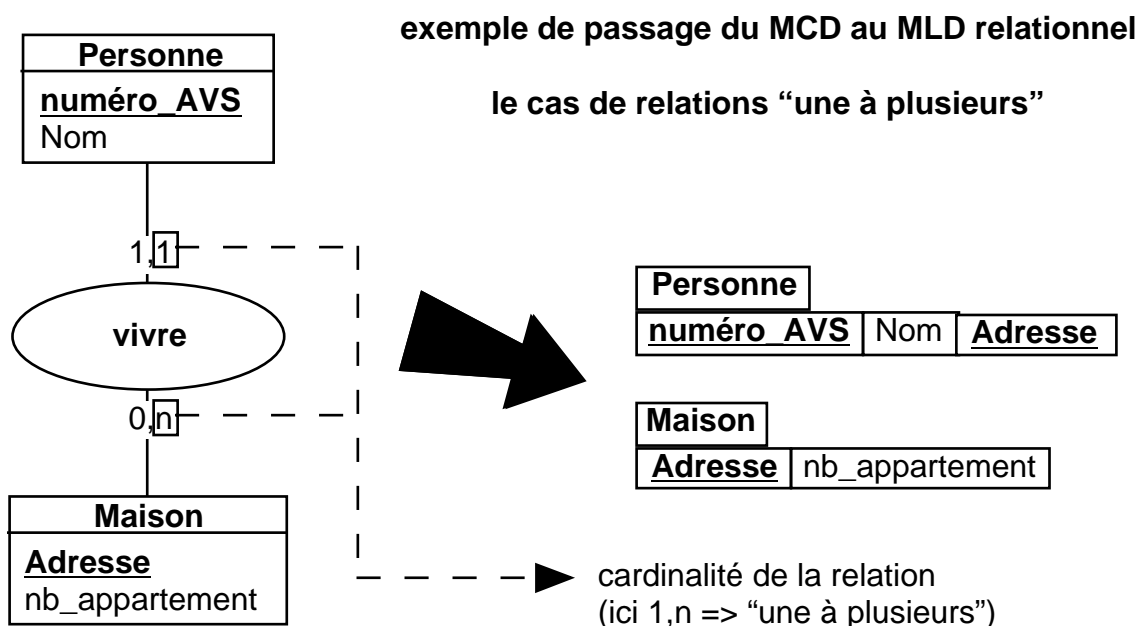


Figure 9 : exemple de passage entre MCD et MLD, adapté de F. Golay et N. Rognon

Du fait d'une certaine généralisation du MCD, il existe de nouvelles entités dans le MLD. Il s'agit par exemple des entités de typologie, pour les prairies, les forêts, la flore et les inventaires nature.

Le modèle logique relationnel suivant est celui retenu pour le prototype.

les inventaires :

prairie sèche

<u>id_prairie</u>	code*	buisson	exploitation	recouvrement	penne	exposition	altitude
-------------------	-------	---------	--------------	--------------	-------	------------	----------

pré litière

<u>id_pré</u>	code*
---------------	-------

typo_prairie

code*	type
-------	------

flore prairie

<u>id_flore_p</u>	code*	groupe	date
-------------------	-------	--------	------

flore

<u>id_flore</u>	code*	lieu_récolte	altitude	remarques
-----------------	-------	--------------	----------	-----------

typo_flore

code*	genre	espèce	sous-espèce	variété	nom_vernaculaire	nom_vernac_suite	famille
famille_francais	écologie	atlas	genre+esp*				

liste_rouge

<u>id_liste_rouge</u>	degré_menace	espèce*	famille
-----------------------	--------------	---------	---------

forêt

<u>id_foret</u>	code*
-----------------	-------

typo_foret

code*	association	nom_latin
-------	-------------	-----------

cours_eau

<u>id_courseau</u>	nom	catégorie	remarques
--------------------	-----	-----------	-----------

géotopes

<u>id_géotope</u>	type
-------------------	------

passage

<u>id_passage</u>

inventaire nature

<u>id_invnat</u>	code*	altitude	qualité	fonction
------------------	-------	----------	---------	----------

typo_invnat

code*	type	groupe
-------	------	--------

les zones d'aménagement du territoire :

cadastre

<u>num_parcelle</u>

assolement

<u>id_assol</u>	catégorie	lieu-dit	remarques
-----------------	-----------	----------	-----------

zone affectation

<u>id_zone</u>	type	échelle_digit	validité
----------------	------	---------------	----------

décret 66

<u>id_decret</u>	type	lieu-dit
------------------	------	----------

communes

<u>no_fed</u>	nom
---------------	-----

les zones protégées :

extensif

<u>id_extensif</u>

chasse

<u>no_reserve</u>	nom
-------------------	-----

paysage

<u>id_paysage</u>	nom
-------------------	-----

captage

<u>id_captage</u>	type	remarques
-------------------	------	-----------

IRENA

<u>id_irena*</u>	type	lieu-dit
------------------	------	----------

IRENA_complet

<u>id_irena*</u>	type	lieu-dit	droit_fed	doit_cant	organe	type_reglementation
------------------	------	----------	-----------	-----------	--------	---------------------

restriction_IRENA

<u>id_restriction</u>	type	étendue	<u>id_irena*</u>
-----------------------	------	---------	------------------

milieux_IRENA

<u>id_milieu_i</u>	type	recouvrement	<u>id_irena*</u>
--------------------	------	--------------	------------------

autre entité :

grillekm

<u>id_grille</u>

Figure 10 : modèle logique retenu

Les * signifient qu'il s'agit de l'attribut de relation entre les entités.

7. Réalisation du prototype

Le prototypage permet d'améliorer la communication entre le concepteur et les utilisateurs, en complément du modèle conceptuel. Cela permet de valider les démarches et de les corriger au besoin, de susciter de nouveaux traitements ou d'en annuler d'autres. Il permet en plus de maintenir l'attention des utilisateurs pendant la longue démarche de la mise en place d'un SIRS.

Un prototype n'est pas un produit fini. Il évolue constamment en fonction des commentaires et des corrections proposés par les utilisateurs. Il permet par la suite de faciliter l'implantation du système définitif.

7.1 Choix du logiciel de prototypage

Le choix du logiciel de prototypage peut être différent du choix du logiciel final, le but n'étant pas de proposer un produit fini mais de montrer aux utilisateurs les potentialités de traitement par un outil de SIG. Il est clair que le logiciel retenu pour le prototype ne doit pas être de conception trop éloignée du logiciel final.

Parmi les logiciels disponibles à l'EPFL, le choix s'est porté sur MapInfo, entre autres pour des raisons de simplicité d'utilisation et de possibilités de traitement. Le canton de Neuchâtel ayant pris la décision d'équiper les services partenaires du SITN du programme MapInfo, certains éléments du prototype pourront être repris tels quels dans le SIG final.

Il ne faut pas porter trop d'importance aux possibilités actuelles du logiciel, car grâce aux progrès technologiques, ce qu'il n'est pas possible d'effectuer aujourd'hui le sera certainement dans les prochaines versions du logiciel.

7.1.1 Le logiciel MapInfo

MapInfo est un logiciel de SIG vectoriel destiné à des 'petits' utilisateurs désirant simplifier leurs tâches de gestion d'éléments du territoire sans devoir subir la lourdeur des systèmes fédérés des administrations et des grandes entreprises de services industriels, par exemple. Sa simplicité d'utilisation couplée au logiciel MapBasic, le langage de programmation de MapInfo, permet d'effectuer un grand nombre d'opérations sans être un informaticien. Le nombre d'utilisateurs de MapInfo grandissant de mois en mois, il est très probable que de nouvelles fonctionnalités apparaissent prochainement.

Sous MapInfo la gestion des données spatiales se fait par couche. Chaque couche correspond à une et une seule entité. Les objets graphiques sont liés à des tables primaires qui contiennent les attributs de l'entité. Il est également possible d'associer des tables secondaires (sans référence spatiale) aux tables primaires. Depuis la version 4.0 du logiciel, il est possible d'intégrer directement dans MapInfo des tables externes provenant de logiciel de SGBD ou de tableurs. La dernière version 4.1 permet même une liaison automatique de mise à jour des tables externes depuis MapInfo. Cette

possibilité de liaisons directes entre l'outil de SIG et la base de données permet d'allier les compétences géographiques des SIG à la gestion performante des données dans les SGBD. Certains spécialistes des SIG affirment qu'à moyen terme la grande majorité des logiciels de SIG sera gérée de telle manière.

- **la gestion de la base de données**

MapInfo n'est pas vraiment un SGBD relationnel au sens couramment utilisé. En effet, MapInfo permet bien de manipuler et d'interroger la base de données en utilisant le langage SQL (Standard Query Language), modifié afin de permettre les interrogations géographiques, mais ne permet pas les opérations de contrôle et de sécurité des données.

Les caractéristiques des SGBD dans le contrôle et la sécurité des données sont énumérées ci-dessous :

- la **sécurité** des données : un SGBD peut permettre d'éviter la destruction involontaire des données, par exemple il est possible de revenir à l'état des données juste avant la panne (sauvegarde en continue)
- la **cohérence** des données : dans le cas de SIRS, le système veille à ce que les objets possèdent des structures géométriques et topologiques correctes, selon les critères de l'utilisateur
- la **confidentialité** des données : le système permet de limiter l'accès, l'utilisation et la modification en fonction des utilisateurs.
- la **gestion des contraintes d'intégrité** : le système vérifie à chaque modification et ajout de nouvelles données que les contraintes sont toujours vérifiées. Par exemple, il peut vérifier que la valeur de l'attribut corresponde à une valeur admise.
- la **gestion des accès multi-utilisateurs** : Par exemple, il est possible à plusieurs utilisateurs de consulter une table en même temps, mais la consultation d'une table en cours de modification est interdite.

Ce manque de sécurité et de contrôle ne dérange pas trop dans le cas d'un petit SIG mono-utilisateur, mais devient un souci majeur lorsqu'on se trouve dans un système fédératif. La question devra indéniablement se poser lors de l'intégration des données 'métier' dans le serveur PC du SITN.

- **la gestion de la topologie**

La gestion de la topologie d'un logiciel de SIG est importante, car elle définit les possibilités de saisie, de modification et d'interrogation des données géographiques. En fonction du type de gestion topologique, certains traitements ne sont pas possibles.

Par exemple, dans les logiciels qui gèrent correctement la topologie, les surfaces sont stockées comme une suite d'arcs. De cette manière, entre deux surfaces adjacentes il n'y a qu'une seule frontière définie par des arcs. Pour les réseaux, les arcs sont connectés entre eux et permettent ainsi une 'circulation' dans les réseaux routiers ou hydrologiques,

par exemple. Malheureusement ce n'est pas le cas de MapInfo. Néanmoins, grâce au langage SQL modifié et au langage de programmation de MapInfo, il est possible d'effectuer quelques traitements topologiques en utilisant les descriptions géométriques des objets. On parle de gestion implicite de la topologie. Il est donc possible d'effectuer des recherches de proximité, d'adjacence ou d'appartenance. Depuis la version 4.0 de MapInfo, il est possible de créer plus facilement les surfaces adjacentes grâce à une fonction de suivi de la frontière commune.

7.2 Implantation du modèle

Ce paragraphe a pour but de montrer le contenu de chaque couche implantée dans le prototype et d'expliquer les éventuelles procédures de saisie ou les modifications des données reçues.

A l'exception du plan d'aménagement, des passages privilégiés de la faune, de la grille kilométrique et de l'orthophoto, l'ensemble des informations a été fourni par l'OCN ou le SMC sous forme numérique en format MapInfo. Le prototype concerne uniquement la commune de Gorgier. De ce fait, dans bien des cas les couches présentes ne concernent que le territoire de Gorgier, bien que les données existent sur tout le canton, voire même sur toute la Suisse.

7.2.1 Les inventaires

- **les prairies maigres**

<i>étendue</i> : canton

<i>type</i> : surface

Dans le fichier reçu, les prairies sèches et les prés à litière étaient regroupés. Une séparation entre les prairies sèches et les prés à litière a été faite afin de pouvoir intégrer dans la table primaire des prairies sèches, les attributs d'ordre général qui était déjà saisis sous forme numérique.

Comme il existait des discordances dans les valeurs du code du type de prairie entre la table géoréférencée et la base

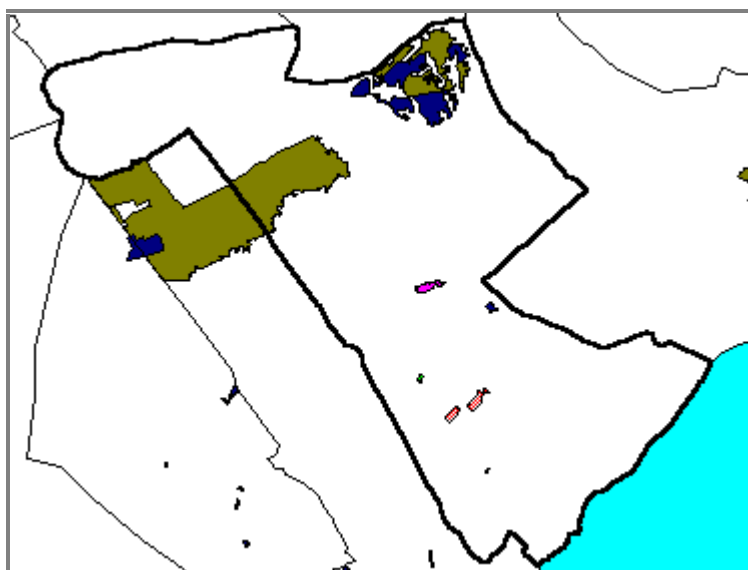


Figure 11 : les prairies maigres de Gorgier

tabulaire des attributs d'ordre général, ce sont les valeurs de cette dernière qui ont été retenues. En effet, les valeurs de la table géoréférencée étaient parfois erronées (inversion des chiffres, par exemple).

inventaire des prairies seches	
■	pelouse a sesleria
■	pelouse extremement seche sur calcaire
■	pelouse extremement seche sur sol acide
■	pelouse tres seche sur sol calcaire
■	pelouse tres seche sur sol decarbonate
■	pente humide grasse et bord de rivieres
■	prairie fraiche un peu fumees
■	prairie humide a populage
■	prairie maigre fraiche
■	prairie maigre seche sur sol acidophile
■	prairie maigre seche sur sol basiphile
■	prairie maigre seche sur sol neutrophile
■	prairie secharde fumees
inventaire des pres a litere	
▨	fausse roseliere a phalaris arundinacea
▨	hautes herbes nitrophiles a reine des pres
▨	lande de degradation
▨	marais tremblant
▨	pente humide grasse et bord de rivieres
▨	prairie a grandes laiches (carex acutiformis)
▨	prairie a grandes laiches de bord de lacs ou de rivieres lentes
▨	prairie a grandes laiches de bord de riviere
▨	prairie humide a populage
▨	prairie maigre humide
▨	roseliere a roseaux
▨	vegetation d'eau libre a feuilles flottantes

Figure 12 : typologie des prairies maigres

- **l'inventaire nature**

étendue : Gorgier	type : mixte
-------------------	--------------

Les attributs de la couche des inventaires nature du prototype reflète les attributs relevés dans les inventaires nature effectués par le bureau EcoConseil. Comme cité précédemment, les inventaires d'autres communes comportent d'autres types d'attributs. Le prototype utilise les données existantes, sans tenir compte des propositions formulées précédemment.

Les différents types d'objets naturels ont été regroupés à des fins de simplification de la légende. En effet, la typologie complète comprend plusieurs centaines de types possibles. Alors que le regroupement comporte seulement une vingtaine de types.

Dans la mesure du possible, les couleurs des différents groupes de classification correspondent à celles adoptées par le bureau EcoConseil. Néanmoins certains symboles linéaires ou ponctuels ne sont pas disponibles sous MapInfo. Des essais de création de symboles ont été entrepris sans succès. En effet, l'utilitaire MapBasic pour créer les symboles ne fonctionne actuellement que sur la version 3.0 de MapInfo. Mais il sera certainement possible de le faire prochainement. Si ce n'est pas le cas, il est possible d'intégrer des polices de caractères dans le choix des symboles. Certaines polices spéciales existent déjà et des logiciels de création de polices pourraient être utilisés pour en créer de nouvelles.

Dans la pratique, il est rare que des légendes types soient appliquées sur l'ensemble du canton. Pour clarifier la lecture des cartes thématiques, il paraît impératif d'imposer une légende unique pour l'ensemble des communes.

Comme pour les prairies maigres, la typologie complète se trouve dans une table secondaire. Pour des raisons de représentation graphique, l'inventaire se trouve sous trois tables distinctes en fonction du type d'élément (ponctuel, linéaire et surfacique).

- **les forêts**

<i>étendue</i> : canton

<i>type</i> : surface

La couche des forêts a été digitalisée sur ArcInfo sur la base de plans d'ensemble au 1:5'000 scanés, pour les besoins du CSCF. Le CSCF utilise une légende type pour l'ensemble de la Suisse et dans la mesure du possible, il serait bon de la respecter⁸.

Le découpage des surfaces ne tient pas compte des limites communales. Pour des traitements par commune, il convient d'utiliser la technique du *polygon overlay*. Cette démarche est expliquée dans le paragraphe consacré aux traitements.

La typologie complète se trouve également dans une table secondaire, et est représentée sur la figure ci-contre.

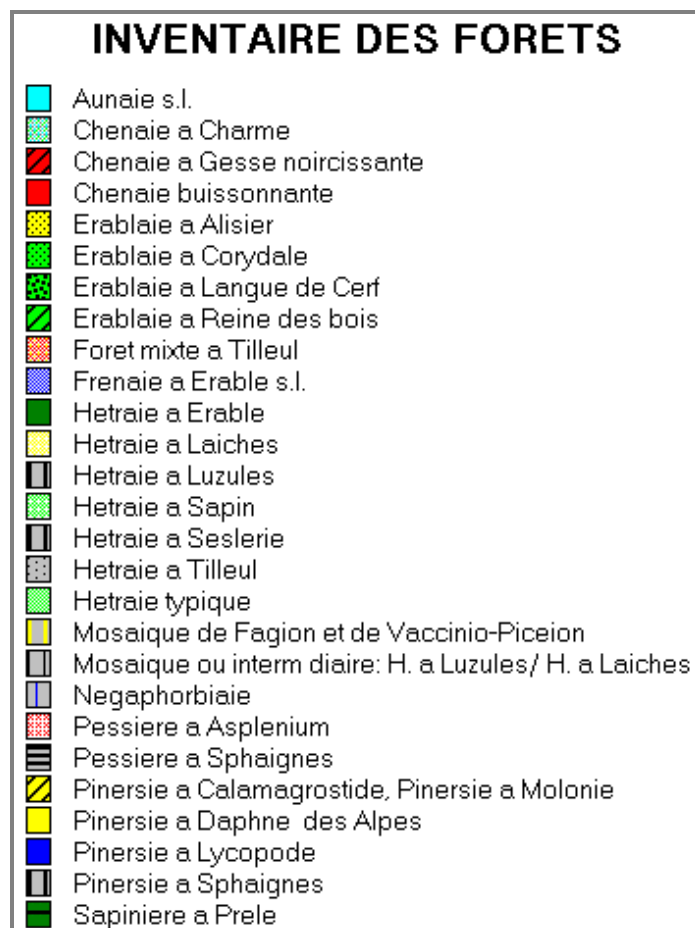


Figure 13 : typologie des forêts

- **la flore**

<i>étendue</i> : canton

<i>type</i> : ponctuel

La base tabulaire fournie pour la couche flore comprend les espèces florales dont le nom latin commence par les lettres A à C pour la commune de Gorgier, et l'ensemble des espèces de la famille *Quercus* pour la totalité du canton. La base originale comprend, bien évidemment, la totalité des espèces sur l'ensemble du canton.

⁸ Les couleurs d'impression des cartes peuvent être différentes d'une imprimante à l'autre. Cela crée un problème pour le choix des couleurs dans MapInfo, car pour garantir une légende 'papier' toujours identique, il faudrait redéfinir les couleurs pour chaque imprimante/plotter utilisé.

Il faut rappeler qu'il n'y a jamais eu d'inventaire systématique de la flore. La base implantée dans le prototype ne comporte donc qu'une infime partie des espèces réellement présentes sur le terrain.

La table reçue comportait des attributs propres à chaque occurrence et d'autres propres à l'espèce relevée. Il a donc été décidé de les séparer en deux tables distinctes; la première contient les éléments propres aux objets et la deuxième peut s'assimiler à une typologie complétée d'informations sur les espèces (*atlas* et *écologie*).

De par la grande diversité de la flore (plus de 10'000 espèces), il n'est pas possible de représenter chaque espèce avec une légende propre. Il est donc nécessaire de les regrouper par famille par exemple. Néanmoins à petite échelle, la carte devient vite illisible en raison de l'accumulation des points de relevé. Il paraît donc plus judicieux de représenter les inventaires par schématisation de densité d'espèces relevées ou de densité de diversité. On peut également n'afficher que les espèces en liste rouge, qui sont moins nombreuses, avec une légende en fonction du degré de menace (*cf. §7.3 L'exploitation du prototype*).

La liaison entre la table primaire et la liste rouge s'effectue par l'intermédiaire de la typologie. En effet, la structuration de la table *liste rouge* ne permet pas la liaison directe, en raison de l'absence du code de l'espèce. A noter que l'attribut *espèce* dans la table *liste rouge* correspond à la concaténation de l'attribut *genre* et de l'attribut *espèce* de la table *typo_flore*, à cet effet un nouvel attribut a été créé pour faciliter le traitement.

Dans la table de la typologie les attributs *atlas* et *écologie* comportent une énumération de secteurs respectivement de milieux. Pour une gestion optimisée de la base il serait bon de créer des tables indirectes *atlas* et *écologie* où chaque milieu et chaque secteur seraient des occurrences distinctes.

- **les géotopes**

<i>étendue</i> : Gorgier	<i>type</i> : mixte
--------------------------	---------------------

La digitalisation des trois plans des géotopes de la commune de Gorgier a été effectuée par le bureau EcoConseil. Les fichiers Excel comportant les attributs n'ont pas été retenus dans ce travail, à cause de problèmes de liaisons entre les éléments graphiques et les attributs. Mais il conviendrait de les obtenir auprès de l'Institut de Géologie de l'Université de Neuchâtel.

L'inventaire numérisé des géotopes a été fourni sous forme d'une couche par type de géotope avec comme seul attribut un identifiant. La première étape a été de regrouper l'ensemble de ces couches dans trois tables en fonctions de leur représentation spatiale (ponctuel, linéaire ou surfacique). Un nouvel attribut *type* a été rajouté pour différencier les géotopes.

Pour des raisons techniques, les légendes proposées ne correspondent pas aux légendes des cartes géologiques suisses. Il conviendrait d'utiliser des légendes différentes en fonction de l'échelle du plan. En effet, les légendes officielles sont prévues pour des cartes au 1:25'000 or les plans des géotopes sont couramment tirés au 1:5'000. De ce fait, l'utilisation de symboles ponctuels pour situer des gravières, par exemple, n'est plus appropriée à ce type d'éléments surfacique. Néanmoins, les gravières, groisières, carrières, marnières, sablières et tufière étant digitalisées comme objets ponctuels, il n'a donc pas été créé de légendes différentes en fonction de l'échelle, dans le prototype. La typologie complète et les légendes types se trouvent en annexe (*cf. Annexe Erreur! Argument de commutateur inconnu.*)

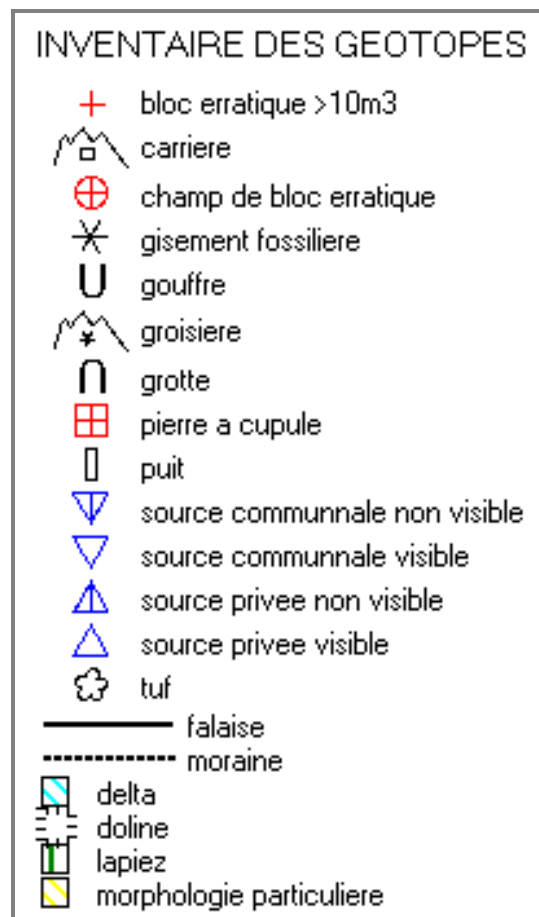


Figure 14 : types de géotopes

- **les cours d'eau**

<i>étendue</i> : canton	<i>type</i> : linéaire
-------------------------	------------------------

Les données proviennent du serveur cantonal ARGIS et ne concernent que l'axe des cours d'eau. Deux cours d'eau de la commune de Gorgier qui ne se trouvaient pas dans la couche reçue ont été digitalisés depuis la carte nationale pixel. Pour ces deux cours d'eau aucun attribut n'est connu.

- **les passages de la faune**

<i>étendue</i> : secteur	<i>type</i> : linéaire
--------------------------	------------------------

La digitalisation des axes des lieux de passage privilégié de la faune s'est faite sur la base d'une carte de synthèse provenant du rapport sur l'étude d'impact de l'autoroute A5.

7.2.2 Les zones d'aménagement du territoire

- **le plan cadastral**

<i>étendue</i> : Gorgier	<i>type</i> : surface
--------------------------	-----------------------

Suite à des problèmes de conversion de format de fichier, qui n'ont pu être résolus avant la fin de ce travail, seule une dizaine de parcelles du nord de la commune se trouvent dans le prototype. Afin de proposer des traitements sur l'ensemble de la commune, le reste de la commune est considéré comme une seule parcelle notée -9999.

- **le plan d'aménagement**

<i>étendue</i> : Gorgier	<i>type</i> : surface
--------------------------	-----------------------

La digitalisation de ces plans a été faite rapidement et n'a pas toute la précision requise normalement. De plus, une certaine généralisation des types de zones urbaines a été faite, afin de ne garder que le type *zone bâtie* et le type *zone industrielle*.

Le choix des couleurs représente au mieux la légende des plans de la commune de Gorgier. Par contre, il existe à divers endroits une superposition de plusieurs zones. Il s'agit, par exemple, d'une superposition de la zone de protection communale (ZP2) qui contient des zones de forêt. Or dans un SIG, il n'est pas aisé de faire figurer deux surfaces qui se superposent. Pour répondre à ce besoin de visibilité, la zone de protection est représentée par une hachure à moitié transparente.

- **les limites communales**

<i>étendue</i> : canton	<i>type</i> : surface
-------------------------	-----------------------

La table contient les numéros fédéraux des communes et leur nom. Pour le lac de Neuchâtel, le lac de Taillères, le Doubs et une parcelle appartenant à l'Etat sur la rive sud du lac de Neuchâtel, le numéro fédéral, qui n'existe pas, a été remplacé par une abréviation (*lacN*, *lacT*, *Doubs* et *Etat*).

7.2.3 Les zones protégées

- **les terrains bénéficiant de paiements écologiques**

<i>étendue</i> : canton	<i>type</i> : surface
-------------------------	-----------------------

Les terrains bénéficiant de subventions en raison de l'art. 31b de la loi sur l'agriculture sont digitalisés chaque année dans le bureau de l'OCN à partir de plans scanés. Aucun attribut n'est introduit dans la table.

- **l'inventaire IRENA**

<i>étendue</i> : canton	<i>type</i> : surface
-------------------------	-----------------------

Les tables reçues se présentaient sous deux formes. La première sous forme d'un fichier tabulaire provenant de la base de données de l'OFEFP comportant l'ensemble des attributs, et la deuxième sous forme de trois fichiers graphiques en fonctions du type de protection.

La première étape a consisté à réunir les trois tables graphiques en une seule pour simplifier les traitements.

Le fichier tabulaire comporte une multitude d'attributs de même type. Par exemple, il y a sept colonnes pour stocker les milieux présents dans la zone de protection. Cette organisation est pratique pour la consultation visuelle de l'ensemble des données, mais ne permet pas une recherche aisée. Par exemple, si on désire sélectionner toutes les zones qui contiennent des prairies sèches, on est obligé d'effectuer une recherche dans les sept colonnes.

Un découpage de ce fichier en trois fichiers distincts a été effectué. Le premier est un fichier comportant la liste des milieux présents, le second contient la liste des

restrictions et le troisième le reste des attributs. Le numéro identificateur de la zone de protection sert d'attribut de liaison entre toutes ces tables. Le traitement de la plupart des attributs n'étant pas du ressort de l'OCN, il n'a pas été jugé utile de mettre l'ensemble de ces informations dans le format de MapInfo. Ces trois tables secondaires se trouvent donc sous le logiciel Access et directement accessible depuis MapInfo au besoin. Seuls les attributs *type* et *lieu-dit* se trouvent dans une table primaire de MapInfo.

- **la grille kilométrique**

<i>étendue</i> : Gorgier	<i>type</i> : surface
--------------------------	-----------------------

Pour les besoins des calculs statistiques de densité par exemple, une grille kilométrique a été créée. La question de créer des attributs pour stocker les résultats des statistiques s'est posée. En stockant les résultats, il y a un risque que ces données ne soient vite plus à jour. Les calculs statistiques étant relativement rapides, il est donc proposé de refaire les calculs à chaque besoin. Afin de pouvoir étudier l'évolution, les résultats peuvent être enregistrés dans une autre table, clairement datée.

- **les autres entités**

<i>étendue</i> : canton	<i>type</i> : surface
-------------------------	-----------------------

Les autres entités ont été implantées sans changement dans la base et suffisamment décrites dans les chapitres précédents.

7.3 L'exploitation du prototype

Pour permettre de valider une démarche itérative de prototypage, il est indispensable de réaliser des traitements de l'information en fonction des souhaits des utilisateurs. Le conservateur de la nature a proposé, dans un premier temps, une liste d'analyses intéressantes à tester (*cf. Annexe Erreur! Argument de commutateur inconnu.*). De plus certaines idées de traitements ont été formulées durant les entretiens. Dans les pages suivantes, quelques exemples types de traitements possibles sont décrits. Chaque traitement est montré pour un type d'inventaire ou de zone de protection en particulier, mais il est clair que souvent il s'applique à d'autres couches de données. L'ensemble des requêtes, spatiales ou non, s'effectuent grâce au langage SQL modifié. Le but de ce paragraphe est de montrer les possibilités de traitement, de ce fait la manière de les effectuer n'est que très rarement explicitée.

7.3.1 Gestion des inventaires

Les inventaires permettent d'effectuer des statistiques de dénombrement ou de répartition sur le territoire, par commune ou par canton. Ce type de données statistiques existaient déjà avant l'introduction des SIG. L'utilisation de la référence spatiale des objets inventoriés permet en plus de calculer des statistiques dans des zones, au gré des désires des utilisateurs. Par exemple, il est possible de comparer la diversité des espèces naturelles présentes dans les zones protégées, pour estimer si la protection est judicieuse dans les frontières actuelles.

- **représentation cartographique**

La représentation des inventaires est une tâche qui peut paraître triviale, mais qui très vite devient complexe quand on désire obtenir une carte lisible et compréhensible à de petites échelles.

Par exemple, comme cité dans le paragraphe 7.2, il devient presque illusoire, pour des raisons de clarté de la carte, de vouloir représenter l'ensemble des éléments des inventaires de la flore. Pour contourner ce problème, il est proposé de n'afficher que les espèces menacées, qui sont plus rares. En plus, il est proposé de représenter l'inventaire par des densités. Pour créer de telles cartes, il a fallu créer une grille kilométrique et une carte thématique MapInfo. Dans le cas de l'inventaire de la flore, il ne faudrait pas tirer trop vite de conclusions statistiques. En effet, aux vues de relevés non systématiques sur le territoire, l'ensemble des éléments floraux ne se trouvent pas dans la base de données. Néanmoins, cette manière de cartographier l'inventaire de la flore permet de localiser les régions à forte densité. Par contre pour d'autres inventaires, ces données statistiques kilométriques sont parfaitement exploitables. Le résultat peut être le suivant :

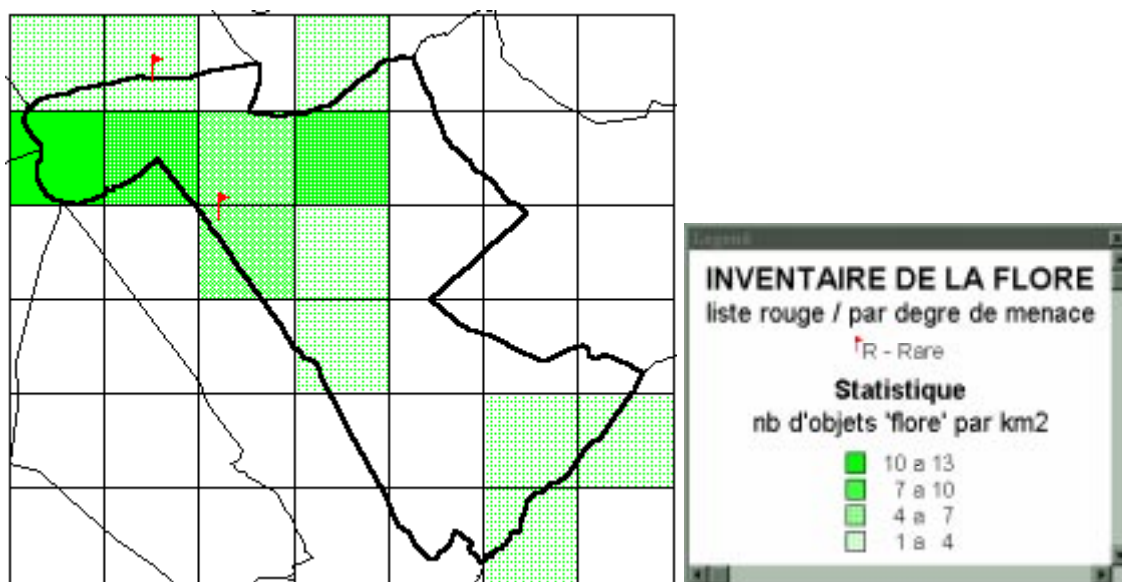


Figure 15 : représentation de l'inventaire de la flore

Pour l'inventaire nature des communes, il est important de ne pas vouloir faire une légende par type d'éléments naturels mais de regrouper les éléments par thèmes.

Pour l'inventaire des géotopes, vu le nombre d'objets ponctuels relevés, il n'est plus possible de les représenter à de petites échelles (cf. exemple de la figure suivante au 1:50'000)

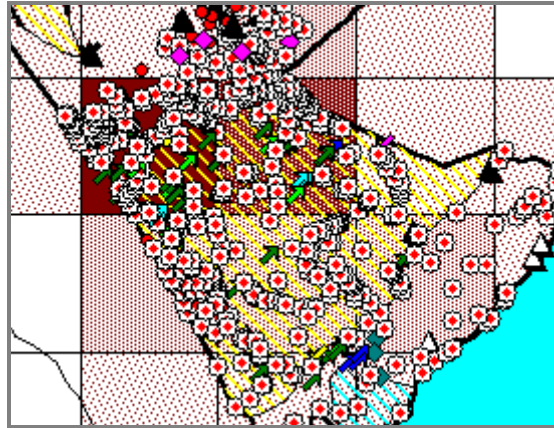


Figure 16 : problème de surcharge visuelle pour des petites échelles

Dans ce cas précis, il est proposé de ne pas représenter les éléments ponctuels pour une échelle plus petite que le 1:10'000. Afin de perdre le moins possible d'information, il est proposé une certaine généralisation des objets ponctuels par création de zones à fortes concentration. Pour cela, on utilise la fonction de *buffer* ou zone tampon.

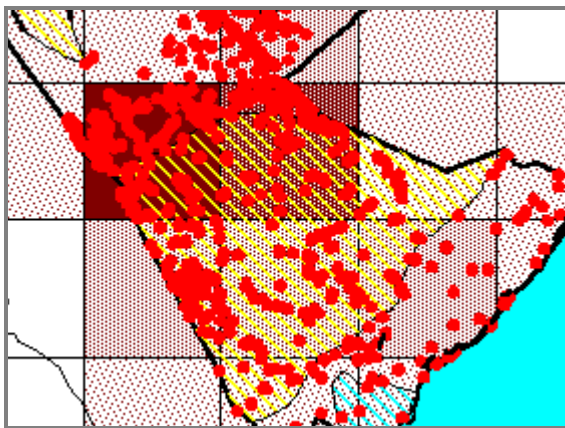


Figure 17 : généralisation des éléments ponctuels des géotopes en petite surfaces

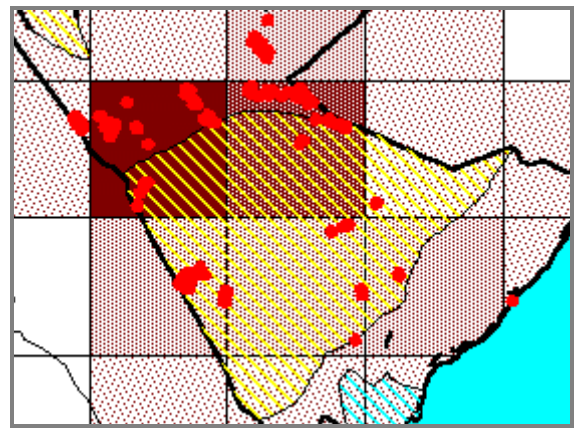


Figure 18 : généralisation par sélection des surfaces où se trouvent au moins quatre géotopes

Dans la Figure 17, les éléments ponctuels ont été remplacés par des petites surfaces de 50m de rayon. La lisibilité est meilleur bien qu'encore trop chargée. Dans la Figure 18, la lisibilité est meilleure, en raison de la suppression des surfaces contenant moins de quatre géotopes. Les surfaces restantes peuvent être assimilées à des zones de forte densité de géotopes.

- **dénombrement des espèces**

Par des requêtes spatiales, il est possible de rechercher l'ensemble des objets se trouvant dans une surface donnée. De cette manière, il est possible de compter le nombre d'objets spatiaux par communes et d'en déduire les densités. Il devient ensuite aisé de consulter les résultats sous forme de graphique, par exemple. Néanmoins, compter le nombre d'objets d'une couche ne renseigne pas sur la diversité des espèces, ni sur leur rareté. De plus, il serait faux de vouloir comparer le nombre d'occurrence de l'inventaire de la flore

d'une commune avec celui d'une autre commune, en raison d'une disparité dans les relevés, puisqu'il n'y a pas eu d'inventaire systématique de la flore sur l'ensemble du canton.

Par une requête spatiale évoluée, il est possible de rechercher les différentes espèces présentes sur une surface donnée, en regroupant les résultats par type d'espèce (cf. Figure 19). De cette manière il n'y a plus qu'une seule occurrence par type d'espèce.

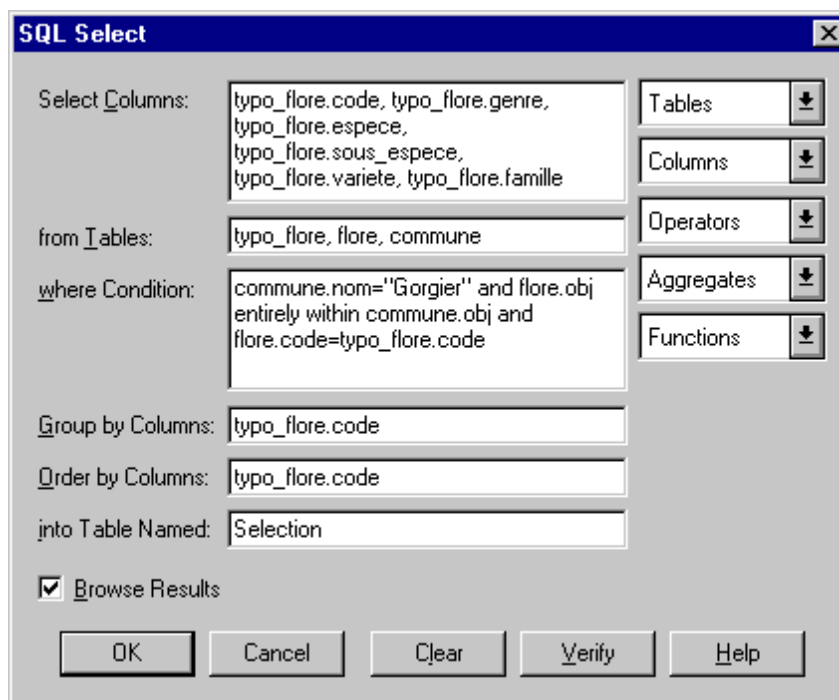


Figure 19 : requête SQL pour rechercher les différentes espèces présentes

Une fenêtre de création de requêtes SQL comportant des assistants de création de formule (une aide agréable pour l'utilisateur occasionnel) existe dans MapInfo.

Grâce aux outils de calcul des requêtes SQL, il est notamment possible d'effectuer des calculs de densité d'espèces pour les zones protégées IRENA ou par commune. Pour les géotopes de la commune de Gorgier, le résultat tabulaire est le suivant :

	id_commune	surf_geotope	surf_commune	pourcentage	nb_geotopes	densite_km2
	6410	7.32603	13.9684	52.4471	701	50.2

Dans MapInfo les dénombrement d'objet par surface peut se faire soit par requête SQL, soit par carte thématique. Dans les deux cas, il est important de refaire la carte thématique ou la requête SQL lors de chaque modification des inventaires, puisque les valeurs ne sont pas recalculées automatiquement.

Si le but recherché est la comparaison entre commune ou entre zone de protection, l'utilisation de graphiques permet de mettre en évidence plus facilement les différences.

En effet, il est par exemple possible de trier par valeur de densité ou de dénombrement par ordre de grandeur. Les possibilités de modification des graphiques de MapInfo ne sont pas nombreuses. Dans certains cas, il peut être intéressant d'exporter les valeurs tabulaires dans un éditeur de graphique, comme Excel par exemple.

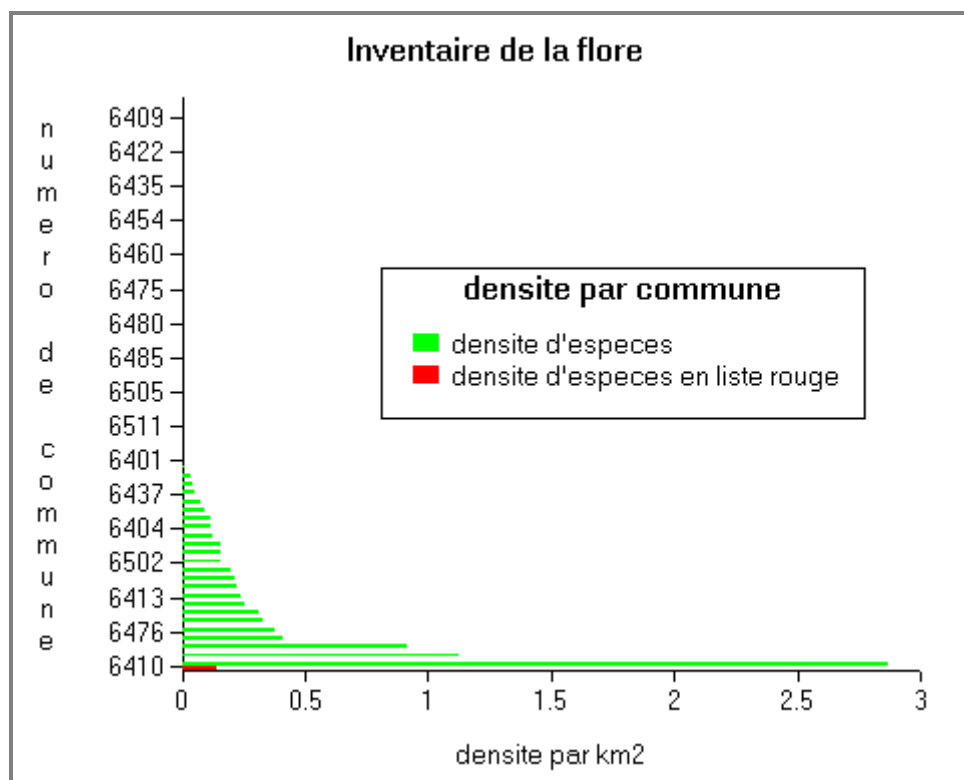


Figure 20 : exemple de graphique MapInfo - le cas des densités d'espèces florales

- **recherche des différences entre les différents inventaires**

Comme cité précédemment, l'inventaire nature de la commune de Gorgier reprend certains éléments d'autres inventaires cantonaux. Pour des raisons diverses, certains objets ne se trouvent que dans un seul des inventaires. Avant de supprimer les présumées redondances de l'inventaire nature, il paraît intéressant de rechercher les surfaces qui ne se trouvent que dans un seul inventaire. Une procédure MapBasic a été créée pour effectuer les nombreuses tâches nécessaires. Une des techniques utilisées pour ce traitement est celle du *polygon overlay*⁹. Comme les inventaires ont été digitalisés sans respect de la topologie, les frontières de la même surfaces ne sont pas identiques. Il en résulte une création de petites surfaces indésirables. Il a donc fallu épurer ces petites surfaces en supprimant les éléments se trouvant entièrement compris dans une zone tampon de 10m autour des prairies présentes dans les deux inventaires. Le programme ainsi créé prend donc un certain temps à l'exécution. Pour éviter de devoir le refaire plusieurs fois, le résultat est sauvé automatiquement. La figure suivante

⁹ Peut être traduit par le terme d'*intersection spatiale*

met en évidence les différences entre l'inventaire des prairies sèches et l'inventaire nature de la commune de Gorgier.

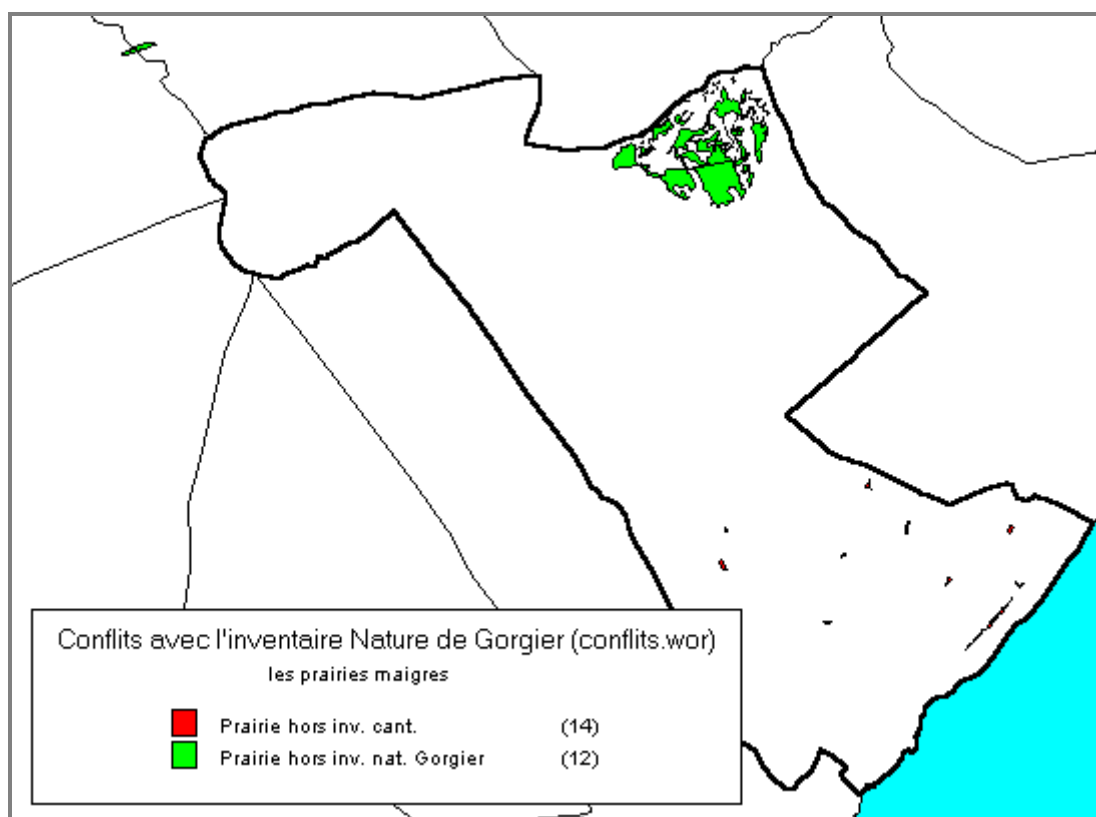


Figure 21 : mise en évidence des différences entre les inventaires
le cas des prairies maigres

7.3.2 Application de la loi cantonale

Le conservateur de la nature doit donner son préavis lors de toute demande de permis de construire, lors de modifications des plans d'aménagement ou lors de toute étude d'impact sur l'environnement. Pour cela, il doit rechercher les espèces et les milieux naturels proches de ces constructions ou proches des zones d'affectation bâtie. Pour ce type de recherche il est proposé d'utiliser les zones tampons. Un programme en langage MapBasic a été créé pour automatiser la recherche (*cf. Annexe Erreur! Argument de commutateur inconnu.*). Cette recherche par buffer autour de la nouvelle construction n'est pas des plus judicieuse. En effet, il serait plus juste de rechercher dans une zone en fonction de la topographie. Cette démarche est également possible, mais demande à l'opérateur de saisir au préalable la surface qu'il juge correspondre à la zone d'atteintes possibles de la nouvelle bâtisse sur la nature.

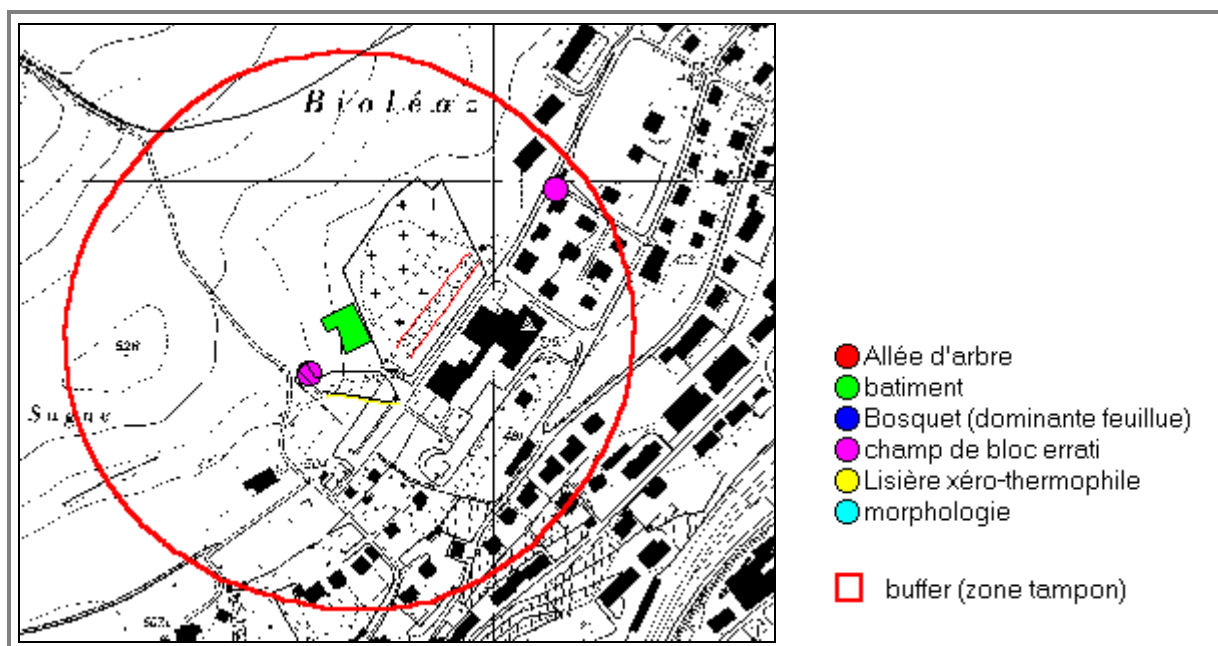


Figure 22 : exemple de sélection d'éléments à proximité d'une nouvelle construction

Le résultat de la recherche doit être autant cartographique que sous forme d'une liste. La figure suivante montre de quelle manière les résultats peuvent être sauvés. Les deux premières colonnes renseignent sur le type d'objets présents et la colonne *id_objet* permet de faire le lien avec les autres attributs de l'inventaire source, pour obtenir plus d'information sur un élément en particulier.

	couche	type_objet	id_objet
<input type="checkbox"/>	geotope	morphologie	679
<input type="checkbox"/>	geotope	champ de bloc errati	172
<input type="checkbox"/>	geotope	champ de bloc errati	173
<input type="checkbox"/>	inv. nature	Bosquet (dominante feuillue)	201
<input type="checkbox"/>	inv. nature	Allée d'arbre	199
<input type="checkbox"/>	inv. nature	Allée d'arbre	200
<input type="checkbox"/>	inv. nature	Lisière xéro-thermophile	202
<input type="checkbox"/>	nouvelle constructio	batiment	

Figure 23 : liste des éléments à proximité d'une nouvelle construction

Le principe reste identique pour la recherche des éléments naturels à proximité d'une zone d'affectation.

7.3.3 Dictionnaire des données

Comme souligné dans l'analyse, il est important d'avoir à disposition les méta-données. Le dictionnaire des données permet de renseigner les utilisateurs. Dans le cadre de ce travail, le dictionnaire se trouve dans un fichier FileMaker. Néanmoins, il est plus utile

de posséder les méta-informations directement dans les tables du SIG. MapInfo permet d'inscrire ce type d'information directement dans les tables primaires. Pour cela, il faut utiliser l'utilitaire MapBasic *Tablemgr*. La figure suivante donne un exemple de représentation du dictionnaire des données sous MapInfo.

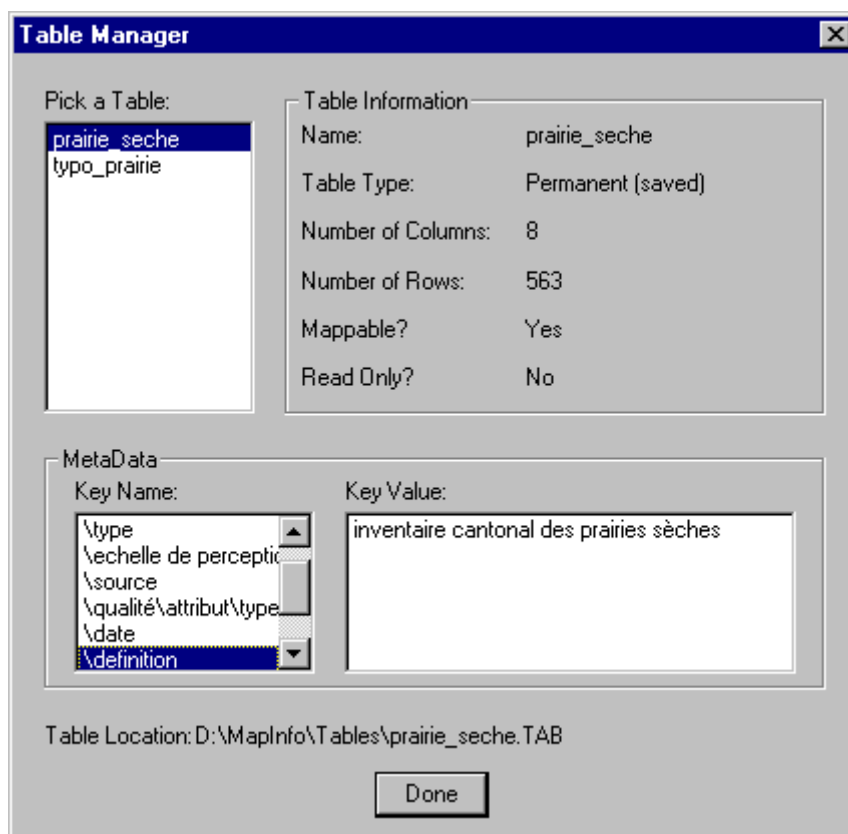


Figure 24 : Table manager de MapInfo

Il existe d'autres possibilités de stocker ces méta-données, par exemple sous forme d'une table.

8. Perspectives

Un SIRS ne peut être conçu en si peu de temps. La réalisation d'un tel système se fait par étape, par itération. Il est clair, que la modélisation actuelle des données permet certains traitements par le conservateur de la nature ou par les partenaires privés. Néanmoins, un SIG prouverait toutes ses capacités par l'introduction de l'ensemble des informations collectées dans le terrain et permettrait une gestion efficace des milieux et des interactions entre eux. Ce travail devrait permettre d'éveiller la curiosité des utilisateurs et de leur permettre de formuler des souhaits de traitements plus performants, plus adéquats.

De par leur coût de saisie leur durée de vie, les données doivent requérir toute l'attention des concepteur de SIG. Les données sont l'épine dorsale du système d'information. Une mauvaise modélisation rendrait vite les utilisateurs mécontents du résultat et ne valoriserait pas le temps consacré à la démarche. Il convient donc de ne pas se lancer tête baissée dans l'utilisation à tout prix des données actuellement numérisées sans définir un nouveau concept des données à mettre en place rapidement.

Il reste maintenant à définir un cahier des charges du SIG du point de vue informatique, des traitements désirés mais surtout du point de vue des informations nécessaires à ces traitements. Des normes de qualité, de méthodologie de relevé et de schématisation doivent être formulées par l'ensemble des partenaires de la conservation de la nature.

La figure suivante, adaptée de [Miserez 93], met en évidence l'importance des données par rapport à l'informatique, en terme de coût et de durée de vie. Il est aisé de conclure que l'attention doit donc se concentrer sur les données.

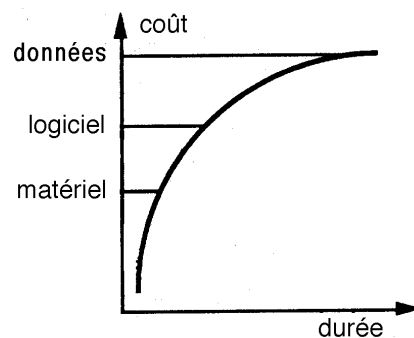


Figure 25 : coût et durée de vie dans un SIG

9. Conclusion

La gestion des inventaires des espèces et des milieux naturels, de même que la protection de la nature, sont des défis d'actualité. Les écosystèmes subissent de plus en plus d'atteintes et se raréfient. Ce travail est une première approche dans la longue procédure de réalisation d'un SIG et permet de souligner les aspects importants de l'intégration des données sur la nature dans le système d'information.

L'apparition sur le marché de petits logiciels, agréables d'utilisation et performants, encourage de plus en plus les gestionnaires du territoire de créer leur propre SIG. La conservation de la nature n'échappe pas à cet engouement technologique et on voit émerger une multitude de petits systèmes de gestion de données naturelles. Grâce à ces petits logiciels il est aisé de manipuler les données et de créer ses propres cartes thématiques. Néanmoins, il ne faut pas négliger les premières étapes essentielles de la conception d'un SIRS, soit l'analyse des données et des besoins et la modélisation conceptuelle.

De l'analyse des informations à disposition, il ressort qu'une attention particulière doit être donnée à la qualité et l'uniformisation des données. En effet, de par la grande diversité des sources des relevés de la nature, le contenu même des relevés n'est pas homogène sur l'ensemble du territoire neuchâtelois. A défaut d'améliorer la qualité des données existantes, il devient nécessaire d'intégrer les méta-données aux données elles-mêmes. En effet, dans un contexte d'intégration de ces données dans le SITN où les utilisateurs ne sont plus les fournisseurs de l'information, il existe un risque important de malentendu et d'analyse fausse.

Ce travail fut motivant et fort instructif; le souhait de l'auteur est que ce travail puisse, d'une manière ou d'une autre, déboucher sur la construction d'un système d'information pour la conservation de la nature qui réponde aux attentes des nombreux gestionnaires du territoire et en particulier de la nature.

"Réalisons donc aujourd'hui, selon nos moyens et nos compétences, pour résoudre nos problèmes présents; mais gardons à l'esprit l'image, même floue et peut-être utopique, du but vers lequel on se dirige."

[Miserez 93]

Bibliographie

- [1] **Azouzi M.** et **Merminod B.**, 1996, *Qualité des données spatiales*, article de Mensuration, Photogrammétrie et Génie rural, 12/96, pp.645-649
- [2] **Bertin J.**, 1967, *Sémiologie graphique*, éd. Gauthier-Villars - Mouton
- [3] **Brassel K.**, **Bucher F.**, **Stephan E.-M.** et **Vckovski A.**, 1995, *Completeness*, in Elements of spatial data quality, pp. 81-108, Library of Congress Cataloging in Publication Data, édité par S.C. Guptill & al. - Oxford
- [4] **Burrough P.A.**, 1986, *Principles of geographical information systems for land resources assessment*, Clarendon - Oxford
- [5] **Caloz R.**, 1992, *Les systèmes d'information géographiques*, notes de cours, EPFL/DGR - Lausanne
- [6] **Caloz R.**, 1996, *Précision ou incertitude dans les SIRS environnementaux*, in *Journées scientifiques du Département de Génie Rural, recueil des conférences sur le thème : La mesure*, EPFL/DGR - Arolla
- [7] **Dale P.**, 1992, *Data quality*, in Proceedings of the OEEPE - Workshop on Data quality in land information systems, Institut für Angewandte Geodäsie - Frankfurt
- [8] **Duscher E.**, 1984, *Réserves naturelles neuchâteloises - Tome 2 ; Le Creux-du-Van*, éd. de l'Ouest - Peseux
- [9] **Econat**, 1988, *Inventaire des prairies sèches du Canton de Neuchâtel*, Rapport final
- [10] **Golay F.**, 1992, *Modélisation des systèmes d'information à référence spatiale et de leurs domaines d'utilisation spécialisés, aspects méthodologiques, organisationnels et technologiques*, Thèse n°1080, EPFL/DGR - Lausanne
- [11] **Golay F.**, 1994-1996, *Systèmes d'information du territoire 3 et 4*, notes de cours, EPFL/DGR - Lausanne
- [12] **Goodchild M. F.**, 1995, *Attribute accuracy*, in Elements of spatial data quality, pp. 59-80, Library of Congress Cataloging in Publication Data, édité par S.C. Guptill & al. - Oxford
- [13] **Klein A.** et **Keller H.**, 1983, *Les prairies sèches et les contributions à l'exploitation agricole des sols*, OFEFP - Berne
- [14] **Laurini R.** et **Milleret-Raffort F.**, 1993, *Les bases de données en géomatique*, éd. Hermes - Paris
- [15] **Miserez J.-P.**, 1993, *Systèmes d'Information du Territoire 1*, notes de cours, EPFL/DGR - Lausanne
- [16] **Ökoskop**, 1994, *IRENA - Rapport cantonal du canton du Neuchâtel : Inventaire des réserves naturelles de Suisse bénéficiant d'un statut juridique de protection*, OFEFP - Berne

- [17] **Prélaz-Droux R., 1995**, *Système d'information et gestion du territoire, approche systémique et procédure de réalisation*, éd. Presses polytechniques et universitaires romandes
- [18] **Prélaz-Droux R., 1997**, *ASIT-VD : une nouvelle approche de la gestion du territoire*, article de Ingénieurs et Architectes Suisses, 3/97, pp.26-30
- [19] **Rieder J., 1995**, *Inventaire des géotopes de la commune de Gorgier*, Office de la Conservation de la Nature - La Chaux-de-Fonds
- [20] **Riedo M., 1996**, *Etude et conception d'une base de données prototype pour la gestion de la Grande Cariçaie*, travail de diplôme, EPFL/DGR - Lausanne
- [21] **Soto P. et Bouché M.-B., 1993**, *Ecordre, bases de données relationnelles pour toutes données écologiques, y compris les activités humaines*, in *Les systèmes d'information environnementale*, pp. 69-93, éd. Icalpe - Le Bourget
- [22] **Tardieu H., Rochfeld A. et Colletti R., 1994**, *La méthode MERISE - Tome 1 : principes et outils*, Les éditions d'organisation - Paris
- [23] **SMC, 1996**, *Système d'information du territoire du Canton de Neuchâtel (SITN)*, Projet du 26/08/96, Département de la Gestion du Territoire - Neuchâtel
- [24] **SMC, 1996**, *Priorités des applications données par les services du DGT - juin 96*, rapport intermédiaire du projet SITN, Département de la Gestion du Territoire - Neuchâtel
- [25] **Walter J.-Ph., 1997**, *La protection des données personnelles lors de l'utilisation d'informations spatiales*, article de Mensuration, Photogrammétrie et Génie rural, 1/97, pp.11-17

Liste des annexes

*Annexe **Erreur! Argument de commutateur inconnu.** : dictionnaire des données*

*Annexe **Erreur! Argument de commutateur inconnu.** : extrait du catalogue des données du SITN*

*Annexe **Erreur! Argument de commutateur inconnu.** : liste des analyses souhaitées par l'OCN*

*Annexe **Erreur! Argument de commutateur inconnu.** : documentation sur les prairies maigres*

*Annexe **Erreur! Argument de commutateur inconnu.** : documentation sur les inventaires 'nature'*

*Annexe **Erreur! Argument de commutateur inconnu.** : documentation sur la flore*

*Annexe **Erreur! Argument de commutateur inconnu.** : documentation sur les géotopes*

*Annexe **Erreur! Argument de commutateur inconnu.** : documentation sur les autres couches*

*Annexe **Erreur! Argument de commutateur inconnu.** : programmes MapBasic*

*Annexe **Erreur! Argument de commutateur inconnu.** : énoncé du travail*